

CON EVIDENCIA

Ciencia al servicio de la sociedad

Año 3, Núm. 9

Enero 2026

ISSN 3061-7286



9 773061 728008

Distribución gratuita.
Prohibida su venta

Revista de Divulgación e Innovación del CUCS

SALUD AL DÍA

Cuando Cupido lanza moléculas:

la bioquímica detrás del amor [p.42]

CIENCIA EN BREVE

Ideación suicida en la juventud mexicana: la huella de la pandemia [p.4]

POR TU BIENESTAR

Ejercita tu cuerpo, fortalece tus defensas [p.46]

CRONOCIENCIA

13 de enero: Día Mundial de la Lucha contra la Depresión [p.79]

CUNIVERSO EN ACCIÓN

Departamento de Alimentación y Nutrición: ciencia, salud y bienestar al servicio de la sociedad [p.83]

VOCES DE LA CIENCIA

Dra. Mary Fafutis Morris. El destino científico escrito en una carta [p.86]



Con Evidencia, Año 3, No. 9, enero-marzo 2026, es una publicación trimestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través de la Coordinación de Investigación del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS). Sierra Mojada #950, Edificio P-Q, CUCS, Col. Independencia, C.P. 44340. Guadalajara, Jalisco, México. Tel. +52 33 1058 5200, ext. 34200, <https://www.cucs.udg.mx/>, conevidencia@cucs.udg.mx. Editor responsable: Francisco Javier Turrubiates Hernández. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-022912354900-102, ISSN: 3061-7286, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de éste número: Coordinación de Investigación, CUCS. Sierra Mojada #950, Edificio P-Q, CUCS, Col. Independencia, C.P. 44340. Guadalajara, Jalisco, México, Francisco Javier Turrubiates Hernández. Fecha de la última modificación: 1 de enero de 2026.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.

CON EVIDENCIA

Ciencia al servicio de la sociedad

Revista de Divulgación e Innovación del CUCS

Número 09 | Enero de 2026

DIRECTORIO

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Rectora General

Mtra. Karla Alejandrina Planter Pérez

Vicerrector Ejecutivo

Dr. Héctor Raúl Solís Gadea

Secretario General

Mtro. César Antonio Barba Delgadillo

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD

Rector

Mtro. Eduardo Gómez Sánchez

Secretaria Académica

Dra. Beatriz Verónica Panduro Espinoza

Secretaria Administrativa

Lic. Lorena López Calderón

Coordinadora de Investigación

Dra. Edith Oregon Romero

Centro Universitario de Ciencias de la Salud

Sierra Mojada 950, Col. Independencia,
C.P. 44340, Guadalajara, Jalisco, México
Teléfono: +52 (33) 1058 5200

COMITÉ EDITORIAL

Director Fundador

José Francisco Muñoz Valle

Director General

Francisco Javier Turrubiates Hernández

Consejo Editorial

Beatriz Verónica Panduro Espinoza
Edith Oregon Romero
Eduardo Gómez Sánchez
Georgina Vega Fregoso
Juliana Marisol Godínez Rubí

Editor Ejecutivo

Alexis Missael Vizcaino Quirarte

Asistente Editorial

Ricardo Alejandro Martínez Cervantes

Editores de Sección

Alma Marina Sánchez Sánchez
Cristian Oswaldo Hernández Ramírez
Edy David Rubio Arellano
Hazel Ramiro Ceja Gálvez
Ilce Valeria Román Fernández
Irene Guadalupe Aguilar García
Marcela Guadalupe Martínez Barajas
Mariana Sarai Pérez Robles
Nancy Rosas Cortez
Norma Guadalupe Ruiz Velazco Sandoval
Víctor Alejandro Nodal Silva

Equipo de Diseño y Edición

ALFABÉTICA



CON EVIDENCIA

Contenido

CIENCIA EN BREVE

- Ideación suicida en la juventud mexicana: la huella de la pandemia 4
- ¿Qué se modifica cuando un virus cambia? La historia del COVID-19 7

SALUD AL DÍA

- Neuroinflamación y esclerosis múltiple: la batalla interna 12
- Dengue: una enfermedad que va más allá de la fiebre 17
- Ácidos grasos de cadena corta y sus efectos sobre la salud ósea 20
- Tres hongos que cuidan de tu salud: maitake, shiitake y reishi 23
- Superhéroes de nueva generación: cómo el sistema inmune aprende a vencer el cáncer 26
- Más allá de los medicamentos: suplementos en el síndrome de ovario poliquístico 30
- Inmunidad en jaque: los trucos del cáncer para evadir las defensas del cuerpo 35
- Euphorbia hirta: un tesoro natural con potencial terapéutico creciendo en nuestra banqueta 39
- Cuando Cupido lanza moléculas: la bioquímica detrás del amor 42

POR TU BIENESTAR

- Ejercita tu cuerpo, fortalece tus defensas 46
- Lumbalgia: todo lo que debes saber acerca del dolor de espalda baja 50
- Alineadores invisibles, los brackets de la era moderna 53
- *Mindfulness* con evidencia: lo que la ciencia sí confirma y lo que no 56
- Cuidando la salud física y mental: una mirada al uso de psicotrópicos en la infancia 60
- Alimentos que favorecen la desinflamación: un enfoque nutricional en la recuperación de lesiones de atletas de alto rendimiento 65
- Uso responsable de antibióticos: compromiso con la salud individual y comunitaria 69
- Garrapatas bajo la lupa: la verdad detrás de Lyme 72
- Suplementos alimenticios y ejercicio: lo que debes saber antes de consumirlos 75

CRONOCIENCIA

- 13 de enero: Día Mundial de la Lucha contra la Depresión 79
- 15 de enero de 1965: la primera vacunación contra el sarampión en humanos 80
- Día Internacional del Cáncer Infantil: “Curar a más, cuidar a todos” 81
- 16 de marzo de 1928: nace Nancy Wexler, genetista que descubrió el gen de la enfermedad de Huntington 82

CUNIVERSO EN ACCIÓN

- Departamento de Alimentación y Nutrición: ciencia, salud y bienestar al servicio de la sociedad 83

VOCES DE LA CIENCIA

- Dra. Mary Fafutis Morris. El destino científico escrito en una carta 86

EDITORIAL

iniciamos este 2026 con un entusiasmo renovado y la satisfacción de presentar el noveno número de *Con Evidencia*. Un nuevo año representa siempre un ciclo de oportunidades para seguir fortaleciendo el puente entre la investigación académica y la sociedad, reafirmando nuestro compromiso de hacer del conocimiento una herramienta accesible para todas y todos.

En sintonía con el primer trimestre del año y la celebración del 14 de febrero, nuestra portada invita a desentrañar los misterios de uno de los sentimientos más complejos y universales. El artículo “Cuando Cupido lanza moléculas: la bioquímica detrás del amor” nos lleva más allá del romanticismo para explorar los procesos biológicos que orquestan el enamoramiento, revelando cómo nuestro organismo reacciona ante la atracción y el afecto.

Este número también aborda temas cruciales de salud pública y bienestar mental con una mirada crítica y rigurosa. En “Dengue: una enfermedad que va más allá de la fiebre”, se analizan las implicaciones y complicaciones de este padecimiento viral que continúa siendo un reto sanitario. Por otro lado, ante la popularidad de nuevas prácticas de bienestar, el texto “Mindfulness con evidencia: lo que la ciencia sí

confirma y lo que no” ofrece un análisis necesario para distinguir entre los beneficios comprobados y los mitos alrededor de esta técnica. Asimismo, nos adentramos en la complejidad del sistema nervioso con “Neuroinflamación y esclerosis múltiple: la batalla interna”, un artículo que explora los mecanismos de esta enfermedad y sus efectos en el organismo.

En nuestra sección CUniverse en Acción, destacamos el compromiso institucional con la salud comunitaria a través del artículo “Departamento de Alimentación y Nutrición: ciencia, salud y bienestar al servicio de la sociedad”. En él, se expone la labor fundamental que realiza este departamento para promover hábitos saludables y mejorar la calidad de vida de la población.

Finalmente, en la sección Voces de la Ciencia, honramos la destacada trayectoria de la Dra. Mary Fafutis Morris, cuya vida académica y aportaciones en el campo de la investigación son un testimonio de vocación y perseverancia científica.

La ciencia no solo se genera, se comparte. Sigamos divulgando *Con Evidencia*.

Francisco Javier Turrubiates Hernández

Director General

Con Evidencia

Ideación suicida en la juventud mexicana: la huella de la pandemia

Lessa Alessandra Méndez-Lara
León Jesús German-Ponciano
Ángel Alberto Puig-Lagunes

La pandemia de COVID-19 ha dejado huellas profundas en la salud mental de los adolescentes [1]. La luz parpadeante de una lámpara puede parecer un detalle trivial, que, al trasladarse a una habitación oscura en medio de la incertidumbre del aislamiento, permite observar los matices del caos que muchos enfrentaron a la par de su travesía por la adolescencia. La introducción de la “nueva normalidad”, irreal en el ámbito político y lejana de manera realista, incrementó una problemática socialmente escandalosa de salud mental que crecía en el subsuelo de una sociedad que se había tardado en conocerla. Medidas innovadoras, como clases en línea, parecían la respuesta a la lucha contra la curva de contagios en ascenso que traía consigo el adiós repentino a los nuestros y lo que alguna vez fue la vida cotidiana, convirtiéndose en reflejo de nuevos miedos y angustias [2].

Justo eso fue lo que le sucedió a Inés, quien fue diagnosticada con depresión después de seis meses de haber iniciado la pandemia; se sentía atrapada por sus pensamientos y a menudo se preguntaba: “¿a dónde debo acudir?, ¿cómo puedo detener estos pensamientos que me ahogan? La escuela, antes un espacio para socializar y aprender, se transformó en un mero trámite, donde la falta de orientación se siente como una ausencia desgarradora”. En medio de esta lucha, Inés encontró apoyo en Micaela, su psicóloga. Con su ayuda, comenzó a fortalecer sus conexiones sociales, incluso de manera virtual. Compartir sus batallas con amigas la hizo sentir un poco más viva. A medida que se comunicaba, se daba cuenta de que no estaba sola, y eso le ofrecía un rayo de esperanza en medio de la tormenta emocional.

Sin embargo, estas historias son solo una parte de un problema más amplio. En México, la ideación suicida afecta al 14.4% de los adolescentes, una cifra alarmante que incrementó con el paso de la pandemia [3]. Este aumento se ha visto vinculado a la soledad, el estrés y otros factores, como ser mujer o vivir en entornos donde la violencia y el abuso son comunes [4]. Durante la pandemia, también el suicidio se convirtió en la segunda causa principal de muerte entre jóvenes de 15 a 29 años [1]. En países de ingresos bajos y medios, donde los recursos para la detección y tratamiento son escasos, la crisis es aún más preocupante.

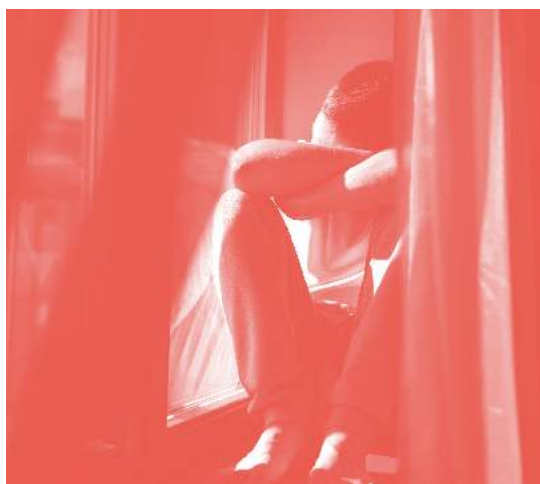
Con el objetivo de evaluar el impacto de la pandemia en la salud mental de los jóvenes mexicanos, nos propusimos investigar cómo esta situación afectó a los adolescentes de nivel medio superior. Para ello, se aplicaron encuestas directamente en sus escuelas, lo que permitió recopilar información sobre su bienestar psicológico durante este periodo.

La investigación consistió en un estudio realizado entre mayo y junio de 2022 con estudiantes de nueve preparatorias públicas del sur de Veracruz, México. Participaron más de dos mil jóvenes de entre 15 y 18 años, quienes respondieron de manera voluntaria un cuestionario en línea, con autorización de sus padres. Este incluyó preguntas sobre edad, familia, hábitos y actividades, así como tres escalas científicas que se utilizan de forma amplia en todo el mundo y permiten identificar diferentes síntomas: la Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés (DASS-21), el Cuestionario de Salud del Paciente (PHQ-9), el cual permite detectar síntomas de depresión e ideas suicidas, y la Escala Mexicana de Resiliencia (RESI-M), que evalúa la capacidad de adaptación ante la adversidad.

Observamos que los síntomas de ansiedad y depresión se dispararon entre los adolescentes, y se ha comprobado que existe una conexión directa entre estas condiciones y los pensamientos suicidas [2,3]. La ansiedad, alimentada por preocupaciones sobre el futuro y las expectativas académicas, pudo haber llevado al aislamiento social y agravar la tristeza y desesperanza. En este contexto, la resiliencia se presentó como una capacidad esencial para afrontar la adversidad. Aquellos adolescentes que desarrollaron habilidades sociales, como la empatía, la comunicación asertiva y la capacidad para resolver conflictos, y contaron con el apoyo familiar fueron menos propensos a experimentar pensamientos suicidas [5].

Nuestra investigación también reveló que las mujeres tuvieron más probabilidades de desarrollar ideación suicida que los hombres [4]. Factores como la violencia de género, que afecta al 70.1% de las mujeres en México, y la internalización del malestar emocional pudieron haber contribuido a esta disparidad. Las fluctuaciones hormonales y las expectativas sociales también pudieron haber jugado un papel crucial al crear un entorno emocionalmente difícil para muchas jóvenes.

Es esencial que, como sociedad, prestemos atención a estas realidades. La crisis que en-



frentan nuestros adolescentes no es solo un problema individual, sino un reto colectivo. Necesitamos crear espacios donde se puedan compartir historias, fomentar la resiliencia y ofrecer apoyo. Esto incluye implementar programas de salud mental en las escuelas y desarrollar estrategias que aborden los desafíos sociales y emocionales que enfrentan [5].

Abordar este incremento en la ideación suicida requiere un enfoque integral que trate los síntomas emocionales y psicológicos, y también fortalezca las llamadas habilidades socioemocionales, entendidas como el conjunto de capacidades que permiten a las personas reconocer, comprender y regular sus emociones, establecer relaciones sanas y tomar decisiones responsables. Estas habilidades ayudan a los adolescentes a manejar el estrés, afrontar la adversidad y mantener vínculos de apoyo, elementos clave para reducir el riesgo de depresión, ansiedad e ideación suicida. La competencia social debe ser un componente central de los programas de apoyo y prevención, teniendo en cuenta las diferencias de género que acentúan la vulnerabilidad de las mujeres en este contexto.

En conclusión, durante la pandemia, la salud mental de nuestros jóvenes fue golpeada de manera devastadora, con un marcado aumento de la ansiedad, la depresión y la ideación suicida, sobre todo entre las mujeres [1-3]. No obstante, también evidenció la importancia de la resiliencia, del apoyo familiar y de las redes sociales como factores que ayudaron a muchos jóvenes

a sobrellevar la adversidad. Evidenciar estas experiencias no solo permite dimensionar el impacto emocional que persiste tras la pandemia, sino también reconocer que el bienestar mental de las nuevas generaciones depende de entornos más empáticos, solidarios y abiertos al diálogo sobre la salud emocional.

Referencias

1. Biswas T, Scott JG, Munir K, Renzaho AMN, Rawal LB, Baxter JA. Global variation in the prevalence of suicidal ideation, anxiety, and their correlates among adolescents: A population-based study of 82 countries. *EClinicalMedicine*. 2020;24:100395. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100395>
2. Blázquez-Fernández C, Lanza-León P, Cantarero-Prieto D. A systematic review on suicide due to social isolation and loneliness: Does COVID-19 play a role? *Journal of Public Health (Oxford)*. 2023;45(3):680-688. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdad001>
3. Jo E, Seo K, Nam B, Shin D, Kim S, Jeong Y, et al. Deterioration of mental health in children and adolescents during the COVID-19 pandemic. *Soa Chongsonyon Chongsin Uihak*. 2023;34(1):21-29. Disponible en: <https://doi.org/10.5765/jkacap.220041>
4. Meherali S, Punjani N, Louie-Poon S, Abdul Rahim K, Das JK, Salam RA, et al. Mental health of children and adolescents amidst COVID-19 and past pandemics: A rapid systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(7):3432. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph18073432>
5. Ulloa RE, Apiquian R, De la Peña FR, Díaz R, Mayer P, Palacio JD, et al. Age and sex differences in the impact of the COVID-19 pandemic on mental health and coping mechanisms in Latin American youth. *Journal of Psychiatric Research*. 2022;156:372-378. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2022.10.005>

Lessa Alessandra Méndez-Lara Facultad de Medicina, Universidad Veracruzana (UV), Minatitlán, México.

León Jesús German-Ponciano Instituto de Neuroetología, UV, Xalapa, México.

Ángel Alberto Puig-Lagunes Facultad de Medicina, UV, Minatitlán, México.

Contacto: anpuig@uv.mx

¿Qué se modifica cuando un virus cambia?

La historia del COVID-19

Ximena Becerra Escobedo

Hazael Ramiro Ceja Gálvez

Cristian Oswaldo Hernández Ramírez

Durante la pandemia de COVID-19, escuchamos sobre variantes llamadas delta y ómicron, y percibimos que el virus se iba volviendo más contagioso conforme pasaba el tiempo. El COVID-19 es una enfermedad causada por un virus llamado SARS-CoV-2, que suele provocar síntomas parecidos a los de una gripe grave. Sin embargo, pronto nos dimos cuenta que no todos los casos eran iguales; aunque la mayoría de las personas presentaban síntomas más leves o moderados, otras cuantas necesitaron hospitalización y, en algunos casos, fallecieron [1]. Todo esto nos generó muchas dudas: ¿qué es exactamente una variante?, y ¿por qué unas personas solo tienen malestar y otras mueren?

Variantes, transmisibilidad y virulencia: el juego evolutivo del virus

Un virus no puede reproducirse por sí solo; necesita las células de una persona para hacerlo. Cuando el virus se copia dentro del cuerpo, a veces se producen ligeras modificaciones en su estructura, parecidas a los errores que ocurren cuando copiamos una frase muchas veces. Esos pequeños cambios, conocidos como mutaciones, se acumulan con el tiempo y dan lugar a nuevas variantes, que pueden comportarse de manera diferente: algunas se contagian más rápido (son más *transmisibles*) y otras pueden causar síntomas más intensos o más leves (son más *virulentas*) [2,3].

Durante la pandemia, algunas variantes del SARS-CoV-2 se consideraron de preocupación: alpha, beta, gamma, delta y ómicron, porque se transmitían y eran virulentos de manera diferente al virus original. En México, las variantes principales que afectaron a las personas fueron delta y ómicron [1].

Cuando las personas tuvieron contacto con el virus original por mucho tiempo o recibieron una vacuna contra él, implicó que el sistema de defensa del cuerpo (*sistema inmunológico*) de esas personas ya tenía las herramientas para reconocerlo y atacarlo. Un tipo de herramienta fueron

los *anticuerpos*, y obligaron al virus a cambiar más rápido de lo normal, por lo que las defensas que el cuerpo pudo haber desarrollado para el virus original podrían no funcionar igual de bien para otras variantes [3].

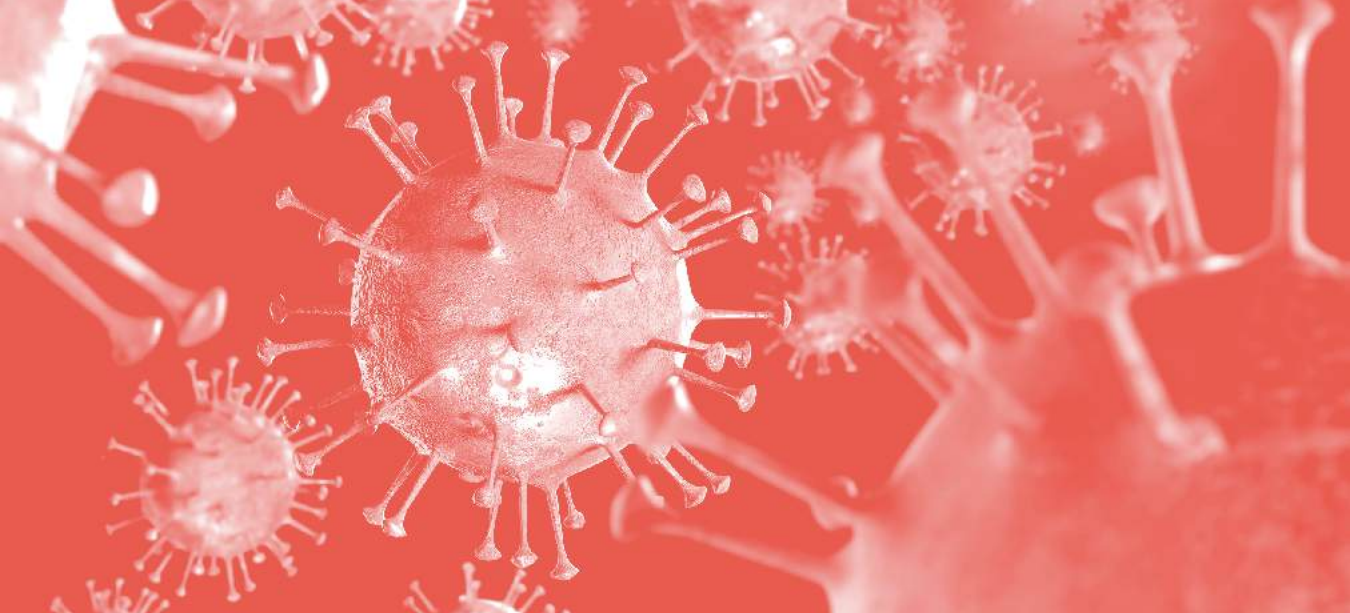
Delta vs. ómicron: el contendiente más fuerte... y el ring: la inflamación

Para distinguir las características de la enfermedad que genera delta y ómicron, necesitamos saber cómo funciona el sistema inmunológico, pues es el que se enfrenta al virus. El sistema inmunológico se encarga de la seguridad del cuerpo y, ante cualquier amenaza, activa alarmas para avisar a quien se encarga de protegerlo: los leucocitos. Estos son células que rondan en todo nuestro cuerpo a la espera de que estas alarmas suenen y sean atraídos al sitio de pelea. Cuando llegan, producen unas sustancias denominadas citocinas, responsables de llamar a otros leucocitos e indicarles qué deben hacer. Independientemente de cuál sea la amenaza, la primera indicación que tiene nuestro sistema inmunológico es desarrollar la inflamación.

La inflamación puede ser muy notoria después de un daño en la piel, manifestándose como enrojecimiento, hinchazón, dolor o calor. Sin embargo, a veces no es tan evidente qué fue lo que la ocasionó, como sucede con las infecciones; en este caso, ocurren cuando un microorganismo —como una bacteria, parásito, virus u hongo— atraviesa nuestras defensas y logra instalarse. La inflamación puede manifestarse de manera inmediata y durar muy poco, o aparecer lentamente y mantenerse por mucho tiempo [4,5].

Cuando una persona enferma de COVID-19, hay dos citocinas responsables de iniciar la inflamación: IL-6 y TNF α . Estas actúan como las directoras de una obra de teatro, en la que dirigen a una serie de personajes importantes que en conjunto nos dicen qué tan grave es la inflamación y, como consecuencia, la enfermedad.

Cuando empieza la inflamación en el cuerpo, aparece primero la proteína C reactiva, una sus-



tancia que aumenta cuando el sistema inmunológico se activa. Otro indicador es la velocidad de sedimentación globular, que nos ayuda a saber qué tan intensa es esa inflamación. Además, la ferritina es una proteína que guarda el hierro que necesitamos. En el COVID-19, sus niveles pueden elevarse demasiado, como si esa bodega se desbordara, lo cual indica que el cuerpo está enfrentando una situación grave [1]. A todos estos elementos los llamamos *marcadores de inflamación*.

También son importantes los coágulos, que se forman para reparar los vasos sanguíneos (las tuberías donde circula la sangre) ante un daño. El fibrinógeno es su principal constructor, en conjunto con unos pequeños componentes de la sangre llamadas plaquetas; si se encuentran en exceso, es una señal de que el cuerpo se está preparando para un daño mayor. A su vez, el dímero D evidencia que hay coágulos formándose y rompiéndose sin control, lo que significa que hay una batalla interna y aumenta la probabilidad de que uno de esos coágulos tape las tuberías que transportan la sangre.

Finalmente, la lactato deshidrogenasa (LDH) es un agente que, en una persona sana, trabaja dentro de las células y no sale de ahí. Si la podemos identificar, implica que las células se han roto y hay un daño significativo [1]. Al final, todos estos elementos nos ayudan a entender el comportamiento del sistema inmunológico en respuesta al virus, y esta respuesta depende mucho de qué tan transmisible y virulento sea.

Durante la pandemia, se observó que las variantes delta y ómicron se transmitían más fácilmente que el SARS-CoV-2 original, pero ómicron era más contagiosa y los anticuerpos no eran tan buenos combatiéndola [1]. A pesar de esto, las personas que se infectaban con ómicron no presentaban síntomas tan fuertes en comparación con las que se infectaban con delta, que, aunque no se transmitía tan rápido, podía provocar una enfermedad más grave. Sin embargo, esto no significa que ómicron fuera menos peligrosa [2].

Con el propósito de entender por qué sucedía esto, científicos del Centro Universitario de Ciencias de la Salud realizaron una investigación en el Nuevo Hospital Civil de Guadalajara “Dr. Juan I. Menchaca”, en la que compararon los efectos de ambas variantes en la salud de pacientes mexicanos hospitalizados por COVID-19. Se consideró la edad, sexo, número de leucocitos, enfermedades previas, cantidad de anticuerpos, VSG, ferritina e IL-6 de los pacientes [1]. Los resultados mostraron que los valores cambiaban según la variante que había infectado a los pacientes. Sin embargo, aún era necesario determinar si esos cambios se debían únicamente a la variante o si había otros factores involucrados.

El sistema inmunológico también envejece con el paso del tiempo, y en edades avanzadas su capacidad de defensa suele disminuir. Por eso, muchas personas mayores presentan dos o más enfermedades al mismo tiempo. A esta

presencia simultánea de padecimientos se le llama comorbilidades, y pueden hacer que una infección tenga un impacto más fuerte. Este fenómeno se observó en el estudio, pues se encontró que los pacientes hospitalizados con la variante ómicron eran, en promedio, mayores que los que tenían la variante delta, y la mitad presentaban al menos una comorbilidad. Todos tenían cantidades anormales de LDH, PCR, IL-6 y TNF α , pero no cambiaban mucho entre pacientes con una variante u otra [1].

Por otro lado, se observó que la mayoría de los pacientes infectados con ómicron eran hombres, en comparación con delta; este dato es importante porque los hombres han mostrado un mayor riesgo de morir por COVID-19 en comparación con las mujeres.

En general, los pacientes infectados con la variante delta tenían más ferritina y dímero D más baja, y un VSG, número de leucocitos, anticuerpos y plaquetas más alto en comparación con los pacientes con ómicron (figura 1); es de-

cir, había más elementos de defensa que marcadores de inflamación [1].

En los pacientes con ómicron se observó algo en común: cuando empezaban a presentar los primeros síntomas, muchos recibían medicamentos antiinflamatorios llamados corticosteroides. Estos fármacos ayudan a reducir la inflamación, pero también disminuyen la capacidad del sistema inmunológico para defenderse, lo que explica por qué en estos pacientes se encontraban menos leucocitos.

Los corticosteroides están recomendados únicamente en personas hospitalizadas con dificultad respiratoria grave. Sin embargo, al administrarlos antes de llegar a ese punto, el cuerpo quedaba con menos defensas, lo que podía hacer que la enfermedad progresara y los síntomas se volvieran más severos [1]. En resumen, ómicron podía esquivar mejor la protección que ya tenían algunas personas ante el virus, y causar síntomas graves si el paciente

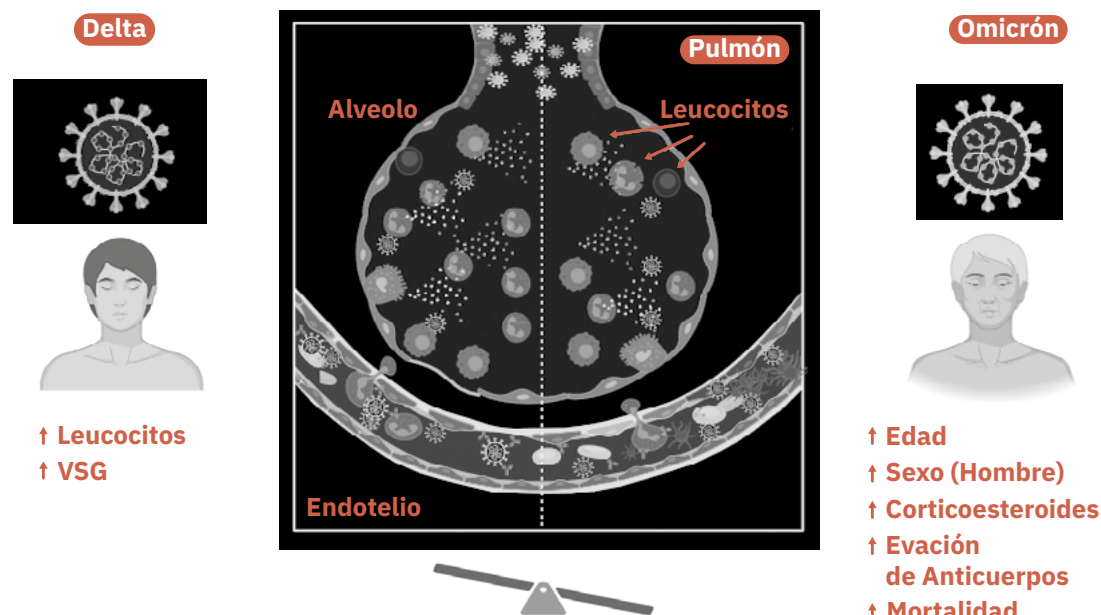
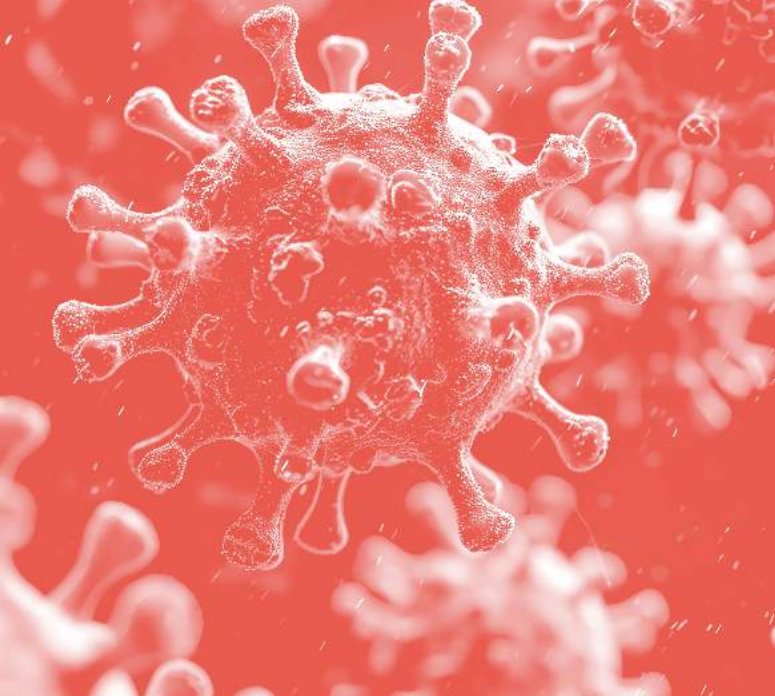


Figura 1. Comparación de biomarcadores, características clínicas y factores asociados en el COVID-19, entre las variantes delta y ómicron del SARS-CoV-2.



había sido tratado con corticosteroides previo a la hospitalización. Esto significa que, si una persona en estas condiciones se enfermaba con ómicron, el riesgo de tener síntomas más graves o de morir era mayor que con delta.

Este estudio es importante porque permite visualizar cómo estos cambios en el virus se mezclan con la historia de cada paciente: su edad, enfermedades previas, tratamiento recibido y momento en el que se atendió. Todo influye en el resultado. Comprender estas diferencias es clave para la práctica médica: ayuda a decidir cuándo usar ciertos medicamentos, cómo vigilar mejor los signos de gravedad y cómo orientar la atención para evitar complicaciones. Para la población mexicana, conocer estos cambios permite entender por qué el virus puede volver a circular con nuevas características y por qué la prevención, la vacunación y la atención oportuna siguen siendo herramientas esenciales.

Referencias

1. Ceja-Gálvez HR, Hernández-Ramírez CO, Vega-Magaña AN, Hernández-Bello J, Arellano-Arteaga KJ, Turrubiates-Hernández FJ, *et al.* Clinical characteristics and severity markers in hospitalized COVID-19 patients from western Mexico: a comparative analysis of Delta and

Omicron variants. *Front Public Health* [Internet]. 30 de agosto de 2024 [citado 2 de septiembre de 2025];12:1425372. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2024.1425372/full>

2. Chen KWK, Tsung-Ning Huang D, Huang LM. SARS-CoV-2 variants – Evolution, spike protein, and vaccines. *Biomed J* [Internet]. Agosto de 2022 [citado 2 de septiembre de 2025];45(4):573-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9072773/>
3. Prüß BM. Variants of SARS CoV-2: mutations, transmissibility, virulence, drug resistance, and antibody/vaccine sensitivity. *Front Biosci-Landmark* [Internet]. 14 de febrero de 2022 [citado 2 de septiembre de 2025];27(2):65. Disponible en: <https://www.imrpress.com/journal/FBL/27/2/10.31083/j.fbl2702065>
4. Tay MZ, Poh CM, Rénia L, MacAry PA, Ng LFP. The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. *Nat Rev Immunol* [Internet]. 2020 [citado 2 de septiembre de 2025];20(6):363-74. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7187672/>
5. Gusev E, Sarapultsev A, Solomatina L, Chereshev V. SARS-CoV-2-Specific Immune Response and the Pathogenesis of COVID-19. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2 de febrero de 2022 [citado 2 de septiembre de 2025];23(3):1716. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8835786/>

Ximena Becerra Escobedo Estudiante de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara (UdeG).

Hazael Ramiro Ceja Gálvez Instituto de Investigación de Ciencias Biomédicas, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), UdeG.

Cristian Oswaldo Hernández Ramírez Instituto de Investigación de Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Contacto: oswaldo.hernandez@academicos.udg.mx

Neuroinflamación y esclerosis múltiple: la batalla interna

Daniel Ortuño Sahagún

Tammy Marah Estrella Vergara de la Torre

Giselle Berenice Vela Sancho

Alguna vez has sentido que tu cuerpo no responde como debería, o que algunas funciones de tu cerebro parecen no estar trabajando al 100%?

Imagina que esas sensaciones no son pasajeras, sino que son parte de una enfermedad que poco a poco va desconectando las señales entre el cerebro y el cuerpo. Así es como viven muchas personas con esclerosis múltiple (EM), un trastorno en el que el sistema inmunológico (SI) actúa en contra de uno mismo y empieza a atacar al cerebro y a la médula espinal. Con el paso del tiempo, esta desconexión provoca la pérdida de funciones que antes eran naturales, como moverse, bañarse, escribir o incluso hablar.

Para diagnosticar la EM, los médicos se basan en los criterios de McDonald, que combinan la valoración clínica con estudios de imagen y de laboratorio. La resonancia magnética permite observar lesiones en el cerebro o en la médula espinal, mientras que el análisis del líquido cefalorraquídeo (LCR) puede revelar signos de inflamación. Esto ayuda a confirmar el diagnóstico y a iniciar el tratamiento adecuado a tiempo.

Aquí te explicamos por qué la respuesta del SI es el motor detrás de una enfermedad como la EM, y qué estrategias se pueden seguir para controlar la neuroinflamación y comprender la pérdida de la tolerancia inmunológica.

La batalla interna: cómo la neuroinflamación afecta al sistema nervioso central

La EM es una enfermedad compleja que afecta principalmente al sistema nervioso central (SNC), integrado por el cerebro y la médula espinal. La EM es más frecuente en mujeres, pero algunos fenotipos y su progresión son más agresivos en varones [1]. Aunque su causa exacta aún no se conoce, se considera que puede ser el resultado de una combinación de factores genéticos y ambientales, entre los que se incluyen: predisposiciones inmunitarias, infecciones virales previas, déficit de vitamina D, tabaquismo y baja exposición a la luz solar. En condiciones normales, nuestro SI es el encargado de protegernos frente a las infecciones y otras condiciones que nos atacan. Sin embargo, en la EM las células inmunitarias atacan por error a las fibras nerviosas del cerebro y de la médula. Dichas fibras están recubiertas de una sustancia llamada mielina, la cual hace que las señales eléctricas puedan viajar rápidamente desde el cerebro a todas las partes del cuerpo. Cuando la mielina se pierde, las señales nerviosas se vuelven más lentas y erráticas, lo que interrumpe la comunicación entre las neuronas y da lugar a la formación de “cicatrices” en el SNC, conocidas como placas desmielinizantes. El daño es

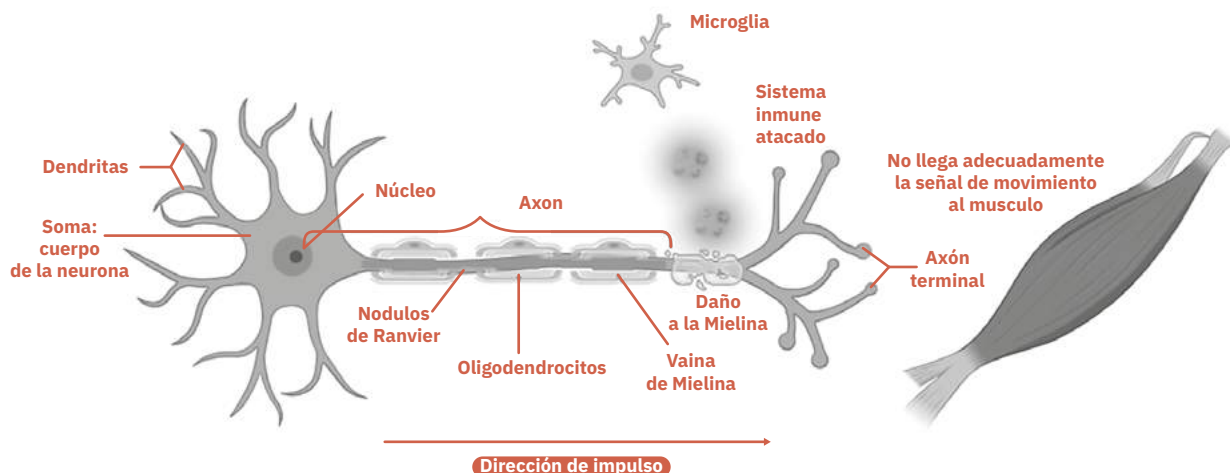


Figura 1. Mecanismos de neurodegeneración en la EM. Creada con BioRender.com.

progresivo y afecta a la mielina y a los axones neuronales, por lo que pueden manifestarse problemas de visión, debilidad muscular, alteraciones del equilibrio y la coordinación, fatiga, hormigueos o dificultades para moverse, que suelen presentarse en brotes o progresar lentamente con el tiempo [2].

Pero... ¿esto qué tiene que ver con la neuroinflamación? La neuroinflamación es la respuesta de defensa del cerebro y de la médula espinal ante lo que el SI percibe como una amenaza. El problema es que cuando dicha respuesta se vuelve crónica o se torna fuera de control, como en el caso de la EM, daña estructuras a su paso y se afectan las funciones cerebrales. En el caso de esta enfermedad, se daña la mielina, y por ello las células nerviosas quedan al descubierto y pierden su función. En otras palabras, es como si todos los días el SI estuviera librando una guerra interna contra nuestro propio cuerpo, lo cual empeora poco a poco los síntomas de la enfermedad [2,3].

Interleucinas: los mensajeros secretos de tu sistema inmunológico

El SI de nuestro cuerpo se comunica y se coordina con otros sistemas para defendernos de infecciones y de otras amenazas. Para comunicarse, utiliza las interleucinas, que son un tipo de citocinas, las cuales funcionan como un sistema de mensajeros del SI que coordinan la respuesta inmune entre células para la defensa coordinada y conjunta del organismo.

Cada una de estas moléculas provoca distintos efectos en el cuerpo. Algunas actúan como mediadores proinflamatorios, que agravan la inflamación, o bien como antiinflamatorios, que reducen la inflamación, lo que resulta útil cuando el cuerpo necesita luchar contra una infección. Sin embargo, cuando las citocinas se producen en exceso, pueden agravar las manifestaciones de la EM. El balance entre interleucinas proinflamatorias y antiinflamatorias es clave en la progresión de las enfermedades neuroinflamatorias de tipo autoinmune [4]. En

la tabla 1 se describe la función y actividad de algunas interleucinas relacionadas con el desarrollo de la EM.

Microglía: los guardianes del cerebro y su rol en la neuroinflamación

La microglía son células inmunológicas residentes en el SNC y juegan un papel crucial para lograr la homeostasis cerebral. Actúan como los “guardianes del cerebro”. Vigilan de forma constante el entorno neuronal, para poder responder en caso de detectar algún cambio o agresión. En condiciones normales, la microglía permanece en reposo. Sin embargo, ante una lesión, una infección o un daño neuronal, se activa rápidamente y se transforma en una célula efectora, encargada de defender y reparar el tejido cerebral. Así participa activamente en la respuesta inmune del SNC [5].

La activación de la microglía es fundamental en la neuroinflamación, ya que produce una amplia gama de moléculas inflamatorias, como citocinas proinflamatorias, que amplifican la respuesta inflamatoria, al unirse a receptores en células del SNC (astrocitos, neuronas y endotelio). Imagina que una citocina es como una llave y su receptor es como una cerradura. Cada llave (citocina) tiene una forma específica que solo encaja en una cerradura particular (receptor). La unión desencadena una cascada de señales intracelulares. Para entenderlo mejor,

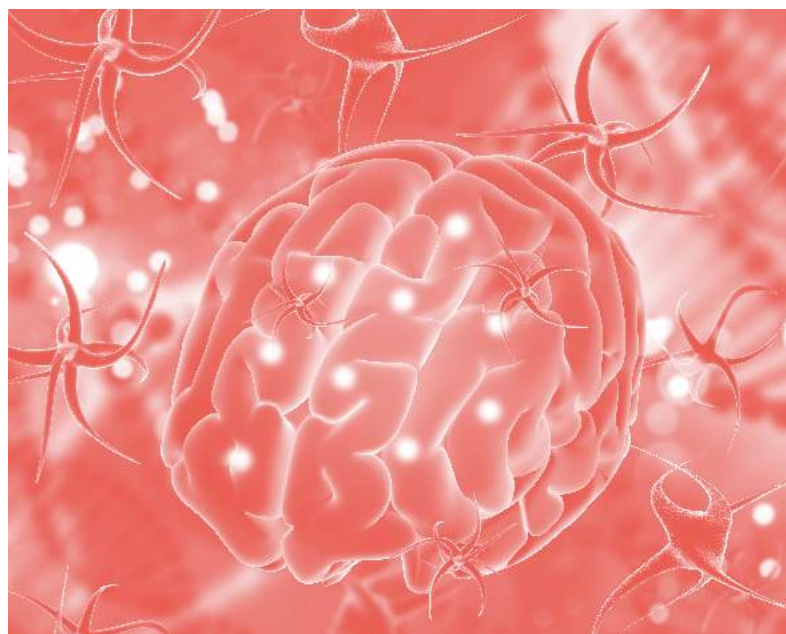


Tabla 1. Interleucinas relacionadas en la enfermedad de la EM [4]

Interleucina	Función	Efecto en la esclerosis múltiple
IL-1 β	Proinflamatoria	Aumenta la inflamación y el daño neuronal.
IL-6	Proinflamatoria	Facilita la infiltración de células inmunitarias dañinas al cerebro y la médula espinal.
IL-17	Proinflamatoria	Activa células T patógenas, causando daño en la mielina.
IL-12 e IL-23	Proinflamatorias	Estimulan la producción de células inmunitarias que atacan la mielina, intensificando la inflamación.
IL-10	Antiinflamatoria	Suprime las células inmunitarias agresivas y reduce la inflamación.
IL-4 e IL-13	Antiinflamatorias	Ayudan a regenerar la mielina y equilibran la respuesta inmune.
IL-27	Antiinflamatoria	Protege el sistema nervioso central al reducir la producción de interleucinas proinflamatorias.

supón que las señales dentro de las células son como fichas de dominó. Una vez que se cae una, las demás se van cayendo en una reacción en cadena que amplifica la señal. Todo esto puede contribuir a aumentar el daño neuronal y a la pérdida de funciones cognitivas en enfermedades como la EM, el Alzheimer, el Parkinson y otros trastornos neurodegenerativos [3,5].

En la EM, la microglía se activa de manera crónica y excesiva. Lo anterior ocasiona que la barrera hematoencefálica, una estructura que actúa como un filtro entre la sangre y el cerebro e impide el paso de sustancias dañinas, se altere y con ello algunas células del SI periférico, como los linfocitos T, se infiltran en el cerebro e interactúan con la microglía y de esta forma se intensifica la respuesta inflamatoria [5].

La activación de la microglía en la EM no solo amplifica la inflamación sino que también desencadena la liberación de citocinas proinflamatorias, y causa efectos nocivos en el SNC. Las citocinas, como la IL-1 β , IL-6, TNF- α e IL-18, entre otras, son capaces de dañar a las células nerviosas, lo que provoca que se acelere la apoptosis neuronal (muerte celular programada) y contribuye a que se pierda rápidamente la mielina, que es lo que se denomina como desmielinización. Dicho proceso es fundamental, ya que la activación microglial puede incluso ser responsable de que se generen lesiones desmie-

linizantes en el cerebro y en la médula espinal, conocidas como placas desmielinizantes [5].

¿Se puede tratar la EM?

Los tratamientos actuales de la EM están basados en reducir la inflamación en el cerebro y en la médula espinal. Existen tratamientos modificadores de la enfermedad, con fármacos cuyo mecanismo de acción está enfocado a que el SI reduzca la síntesis de moléculas que atacan a las fibras nerviosas. Algunos de estos medicamentos bajan la inflamación, mientras que otros intentan evitar el daño a la mielina [2]. Sin embargo, para las personas mayores de 55 años, el tratamiento se vuelve más complicado. En este grupo de edad, la EM tiende a avanzar más rápido. Además, como presentan otras comorbilidades, especialmente en la población mexicana, como la diabetes, hipertensión, obesidad, artritis, etc., es más complicado su tratamiento [3].

Otros aspectos más allá de los medicamentos son relevantes: la rehabilitación cognitiva ayuda a mejorar la memoria y la capacidad mental; la fisioterapia es clave para poder mejorar la movilidad y reducir los espasmos musculares, lo que a su vez mejora un poco la movilidad; el apoyo emocional es fundamental, ya que vivir con una enfermedad crónica puede ser muy estresante, por lo que la psicoterapia y el acompañamiento

emocional son importantes para abordar la enfermedad de forma integral [1,2].

Detectar la EM a tiempo es esencial para evitar daños graves posteriores en el cerebro. Los médicos utilizan pruebas para identificar los primeros signos de problemas, especialmente aquellos relacionados con la memoria o actividades cognitivas. Cuanto antes se detecte la enfermedad, más fácil será controlar la inflamación y prevenir el daño a largo plazo.

En resumen, la neuroinflamación es un eje central en la EM: contribuye a los síntomas, participa en la progresión y orienta terapias. Detectarla y manejarla de forma temprana mejora la calidad de vida. Para el lector, comprender estos mecanismos explica la importancia de adherirse al tratamiento y la rehabilitación. La investigación en curso busca frenar el daño y preservar la función.

Dudas por resolver

La EM es una enfermedad compleja, pero gracias a la investigación hemos avanzado bastante. Sin embargo, todavía existen muchas preguntas por responder: ¿cómo logran las células del SI atravesar la BBB y atacar al SNC? ¿Qué hace que la neuroinflamación se active de manera descontrolada en algunas personas? ¿Cómo podemos frenar la neuroinflamación para evitar el daño permanente? La ciencia sigue buscando respuestas, pero las investigaciones nos dan la posibilidad de entender mejor la relación entre la neuroinflamación y la EM. Y tú, ¿qué otras preguntas tienes sobre esta batalla interna?

Referencias

1. Guerrero-García JJ, Reyes-Mata MP, Rojas Mayorquín AE, Orozco-Barocio A, Sánchez Sánchez AM, Mireles Ramírez MA, Pavón L, Ortuño Sahagún D. Multiple sclerosis: the influence of sex on the nature of an autoimmune and neurodegenerative disorder. En *Multiple sclerosis: perspectives on sex and gender. Newcastle upon Tyne*. Cambridge Scholars Publishing; 2024, pp. 24-69.

2. Kuhlmann T, Moccia M, Coetzee T, Cohen JA, Correale J, Graves J, Marrie RA, Montalban X, Yong VW, Thompson AJ, Reich DS. Multiple sclerosis progression: time for a new mechanism-driven framework. *Lancet Neurol.* 2023;22(1):78-88. doi: 10.1016/S1474-4422(22)00289-7.
3. Fernández Ó, Sörensen PS, Comi G, Vermerisch P, Hartung HP, Leocani L, Berger T, Van Wijmeersch B, Oreja-Guevara C. Managing multiple sclerosis in individuals aged 55 and above: a comprehensive review. *Front Immunol.* 2024;15:1379538. doi: 10.3389/fimmu.2024.1379538.
4. Khan AW, Farooq M, Hwang MJ, Haseeb M, Choi S. Autoimmune neuroinflammatory diseases: role of interleukins. *Int J Mol Sci.* 2023;24(9):7960. doi: 10.3390/ijms24097960.
5. Fornari Laurindo L, Aparecido Dias J, Cressoni Araújo A, Torres Pomini K, Machado Galhardi C, Rucco Penteado Detregiachi C, Santos de Argollo Haber L, Donizeti Roque D, Dib Bechara M, Vialogo Marques de Castro M, de Souza Bastos Mazuqueli Pereira E, José Tofano R, Jasmin Santos German Borgo I, Maria Barbalho S. Immunological dimensions of neuroinflammation and microglial activation: exploring innovative immunomodulatory approaches to mitigate neuroinflammatory progression. *Front Immunol.* 2024;14:1305933. doi: 10.3389/fimmu.2023.1305933.

Daniel Ortuño Sahagún Departamento de Biología Molecular y Genómica, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Tammy Marah Estrella Vergara de la Torre Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, CUCS, UdeG.

Giselle Berenice Vela Sancho Doctorado en Ciencias en Biología Molecular en Medicina, CUCS, UdeG.

Contacto: daniel.ortuno@academicos.udg.mx

Dengue:

una enfermedad que va más allá de la fiebre

Diego Humberto Aceves Castillo
Héctor Raúl Pérez Gómez
José Ángel Regla Nava

¿Qué es el dengue?

El dengue es una enfermedad causada por el virus del dengue (DENV), identificado por primera vez en 1943. Este virus pertenece al género *Orthoflavivirus* del cual se reconocen cuatro tipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4. A nivel genético, estos virus comparten alrededor de dos tercios de su información, pero se comportan de manera diferente.

El virus se transmite principalmente por la picadura del mosquito *Aedes aegypti*, frecuente en estas infecciones, o *Aedes albopictus*. Estos mosquitos se crían en agua estancada en objetos cotidianos, como cubetas, llantas, floreros o charcos, por lo que el dengue es más común en climas cálidos y lluviosos. También puede propagarse por transfusiones, trasplantes o de madre a hijo durante el embarazo.

Este virus afecta casi al 50% de la población a nivel mundial y es común en más de 100 países, siendo el continente americano, el sur de Asia y el pacífico occidental las regiones más afectadas [1]. Se estima que cada año contraen este virus alrededor de 400 millones de personas. Según la Organización Panamericana de la Salud en 2024, los casos de dengue fueron 437% más altos que el promedio de los cinco años anteriores en América Latina, expandiéndose hacia el sur de Brasil y el norte de Argentina, regiones donde este virus no había estado tan presente, lo que convirtió a ese año en el de mayor impacto por dengue desde 1980 [2].

Es evidente que el aumento de casos de dengue ha puesto una mayor presión sobre los sistemas de salud. Esto demuestra que el virus está expandiendo su territorio y que

el cambio climático, junto con la urbanización, favorece su propagación.

Por eso resulta clave fortalecer la prevención y brindar atención oportuna durante la fase inicial de la enfermedad, para evitar complicaciones y secuelas que puedan dañar distintos órganos del cuerpo.

¿Cómo el dengue invade el cuerpo?: del piquete a las complicaciones

Cuando un mosquito hembra pica a una persona para alimentarse de su sangre, introduce el virus en su organismo. Desde ahí, el virus se distribuye por el cuerpo aproximadamente de 3 a 11 días. Es como si tomara las “carreteras principales” de nuestro organismo para viajar hacia órganos como el hígado, la médula ósea, el bazo o los pulmones. En estos lugares el virus comienza a multiplicarse y provoca síntomas como fiebre, cansancio, dolor de cabeza, dolor detrás de los ojos y dolores musculares [3]. En la mayoría de los casos, la enfermedad se mantiene leve, pero en algunos pacientes evoluciona a formas graves.

¿Por qué la inmunidad frente al dengue no siempre protege contra nuevas infecciones?

Cuando una persona se infecta por primera vez con el virus del dengue, su organismo genera defensas que la protegen de por vida, pero solo contra el tipo específico de virus que causó la infección. Si tiempo después se infecta con otro tipo distinto, esas defensas pueden reaccionar de manera inesperada: en lugar de detener al virus, facilitan su entrada a ciertas células del sistema inmune, lo que permite que se multiplique más rápido y provoque una fuerte inflamación, aumentando el riesgo de complicaciones. Este fenómeno se llama *mejora dependiente de anticuerpos* [4]. Este riesgo aumenta dependiendo del tipo viral, la edad, el estado nutricional y factores genéticos relacionados con la respuesta inmunológica.

¿Cómo se clasifica el dengue según las guías clínicas actuales?

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), desde 2009, el dengue se clasifica en tres grupos: A (reciben atención médica sin necesidad de quedarse en el hospital y pueden regresar a casa después del tratamiento), B (atención a pacientes hospitalizados que presentan otras enfermedades al mismo tiempo o muestran signos de alarma) y C (atención en el hospital de casos graves de dengue). Esta clasificación busca facilitar el reconocimiento temprano de las señales de alarma, y así se optimizan las decisiones de manejo. Los pacientes que no necesitan hospitalización (grupo A) presentan, además de fiebre, al menos dos de los siguientes síntomas: náuseas, vómitos, sarpullido, dolor de cabeza, dolor ocular, dolor muscular o articular y disminución de glóbulos blancos en la sangre. Los pacientes que deben ser hospitalizados con signos de alarma (grupo B) pueden presentar dolor abdominal intenso, vómitos persistentes, acumulación de líquido en el abdomen, sangrado en las mucosas, somnolencia, agrandamiento del hígado, aumento del porcentaje de glóbulos rojos y disminución de plaquetas. Finalmente, los pacientes que ingresan al hospital por casos graves (grupo C) muestran falla de uno o varios órganos, sangrado abundante o afectación grave de órganos [1,3].

¿Qué órganos del cuerpo se ven comprometidos en los casos graves de dengue?

El dengue grave no solo provoca fiebre y malestar intenso, sino que puede afectar seriamente la sangre, el cerebro, el hígado, los riñones, el corazón y los pulmones, causando complicaciones que requieren atención médica inmediata. Uno de los primeros cambios es la disminución de glóbulos blancos y plaquetas, células esenciales para la defensa del organismo y la coagulación de la sangre. Cuando estas últimas bajan, pueden aparecer puntos rojos en la piel, sangrado en la nariz o las encías, e incluso hemorragias graves.

El sistema nervioso también puede verse afectado, y provocar confusión, debilidad muscular o inflamación del cerebro y sus membranas. En algunos casos, el propio sistema de defensa ataca los nervios y causar el síndrome de Guillain-Barré, caracterizado por debilidad progresiva y pérdida de sensibilidad. Estas complicaciones son más frecuentes con los tipos DENV-2 y DENV-3 y pueden aparecer días o semanas tras la infección.

El hígado se inflama o incluso falla, mientras que los riñones pueden dejar de funcionar parcial o totalmente, a veces por pérdida de líquidos o daño muscular que libera sustancias tóxicas. El corazón puede inflamarse provocando dolor en el pecho, dificultad para respirar, acumulación de líquido en los pulmones o, en casos graves, fallo cardíaco. Los pulmones también pueden verse comprometidos, al acumular líquido, causar tos con sangre y dificultad respiratoria, e incluso provocar un síndrome de dificultad respiratoria aguda que reduce el oxígeno en la sangre.

Todas estas complicaciones muestran que el dengue grave puede poner en riesgo la vida si no se atiende a tiempo. Por eso, prevenir la infección controlando mosquitos y acudir de inmediato al médico ante cualquier signo de alarma es vital para proteger la salud y reducir riesgos [3].

¿Qué impacto tiene el dengue grave en el embarazo?

El dengue provoca fiebre, dolor de cabeza, dolores musculares, sarpullido, malestar y náuseas. En el embarazo, los síntomas suelen ser más intensos: fiebre y dolor abdominal más fuertes, vómitos y fatiga más persistentes, y sangrados leves más frecuentes. Además de presentarse complicaciones graves que incluyen sangrados, desprendimiento de placenta, parto prematuro, pérdida del embarazo e incluso un mayor riesgo de muerte materna, por lo que se requiere vigilancia médica estrecha. Fuera del embarazo, los síntomas suelen ser más leves y las complicaciones menos frecuentes. El virus también



puede transmitirse al bebé durante el embarazo o el parto, y provocar fiebre, disminución de plaquetas, agrandamiento del hígado, dificultad para respirar y sangrados, según la etapa del embarazo y la cantidad de virus en la madre [5].

¿Cuáles son los tratamientos y vacunas actuales?

No hay un tratamiento antiviral específico para el dengue, por lo que los síntomas podrían mejorar con reposo y buena hidratación. Si aparecen síntomas graves, como dolor abdominal intenso, vómitos constantes o sangrado, es importante acudir al médico. No debe automedicarse para prevenir signos de alarma por el uso de medicamentos no apropiados. En la lucha contra el dengue, hay tres vacunas importantes: Dengvaxia (Sanofi) de tres dosis, indicada solo en personas con infección previa a dengue; Qdenga (Takeda) de dos dosis, aprobada en varios países; y TV003 (Estados Unidos) de dosis única, en fase final de evaluación [1].

La vacuna Dengvaxia es la única aprobada en México, pero solo se aplica en el ámbito privado, lo que limita su acceso a la población general.

Conclusiones

El dengue sigue siendo un desafío para la salud debido al alto número de personas afectadas y las posibles complicaciones. La mayoría de los casos son leves, pero algunos pueden afectar órganos importantes, lo que aumenta la cantidad de enfermos y muertes. Conocer la enfermedad permite un mejor cuidado de los pacientes y

una vigilancia más cercana. Acciones sencillas como eliminar el agua estancada, tapar recipientes con agua y usar repelente o mosquiteros son clave para reducir los casos.

Referencias

1. Paz-Bailey G, *et al.* Dengue. *Lancet*. 2024;403(10427):667-682.
2. Ly H, Dengue fever in the Americas. *Virulence*. 2024;15(1):2375551.
3. Tejo AM, *et al.* Severe dengue in the intensive care unit. *J Intensive Med*. 2024;4(1):16-33.
4. Teo A, *et al.* Understanding antibody-dependent enhancement in dengue: Are afucosylated IgG1s a concern? *PLoS Pathog*. 2023;19(3):e1011223.
5. Ahuja S, Muntode Gharde P. A Narrative Review of Maternal and Perinatal Outcomes of Dengue in Pregnancy. *Cureus*. 2023;15(11):e48640.

Diego Humberto Aceves Castillo Estudiante de la licenciatura en Médico Cirujano y Partero, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Héctor Raúl Pérez Gómez Director del Instituto de Patología Infecciosa y Experimental de la UdeG y Secretario de Salud del Gobierno de Jalisco.

José Ángel Regla Nava Centro de Investigación en Enfermedades Infectocontagiosas, Departamento de Microbiología y Patología, CUCS, UdeG.

Contacto: jose.regla@academicos.udg.mx



Ácidos grasos de cadena corta

y sus efectos sobre la salud ósea

Rogelio Frank Jiménez Ortega
Alberto Hidalgo-Bravo
Rafael Velázquez-Cruz

Los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) son moléculas producidas por un grupo de bacterias localizadas en el intestino grueso (colon). Este grupo de bacterias, conocido como microbiota intestinal (MI), cumple con un papel fundamental en la salud humana, ya que participa en procesos como la digestión, la regulación del sistema inmune y la producción de compuestos beneficiosos para el organismo. La MI es responsable de la descomposición de la fibra dietética y del almidón, los cuales se encuentran presentes en alimentos de origen vegetal y contienen sustancias que no pueden ser digeridas por el organismo humano, pero que presentan funciones beneficiosas para la salud. Esta MI incluye principalmente diversas bacterias que no requieren oxígeno conocidas como anaerobias, entre las cuales se encuentran las bifidobacterias y lactobacilos, que son capaces de descomponer diversos azúcares como la celulosa y otras moléculas complejas, lo que resulta en la producción de AGCC, los

cuales están formados por cadenas de uno a seis átomos de carbono, y los más abundantes son el acetato (C2), el propionato (C3) y el butirato (C4), que contienen dos, tres y cuatro átomos de carbono, respectivamente [1].

El microbioma intestinal cubre todas las superficies mucosas del huésped, y la mayoría se encuentra en el tracto gastrointestinal. El conjunto de estos microbios promueve la salud humana al regular diversos procesos biológicos, como influir en el metabolismo del huésped y regular el sistema inmune. Las investigaciones realizadas durante la última década han revelado nuevas conexiones entre el microbioma intestinal y la salud ósea, en particular en la regulación del metabolismo óseo y varias enfermedades metabólicas óseas, como la osteoporosis (OP), la osteoartritis y la artritis reumatoide, tres enfermedades que afectan los huesos y las articulaciones, y causan dolor, inflamación y pérdida de movilidad. Diversas investigaciones han demostrado que los AGCC pueden regular el metabolismo de las células que eliminan el hueso viejo (osteoclastos), lo cual es de gran importancia en el tratamiento de enfermedades como la OP [2].

La OP es una de las enfermedades óseas que se asocian al envejecimiento de la población y es más común en adultos mayores, principalmente en mujeres posmenopáusicas, quienes presentan una pérdida progresiva de masa ósea. Esta enfermedad se caracteriza por una baja tasa de detección, lo que a su vez complica su diagnóstico y el tratamiento oportuno. La OP no solo compromete la salud y la calidad de vida de quienes la padecen, sino que también genera un impacto económico y social considerable en la población. En México la población está compuesta por 126 millones de habitantes que enfrentan un cambio epidemiológico con un aumento de la esperanza de vida, lo que se correlaciona con un incremento en el número de enfermedades asociadas con la edad. Actualmente la población mayor de 50 años corresponde al 17.46% de los mexicanos de los cuales 10 millones presentan OP [3]. Evidencias recientes sugieren que los AGCC desempeñan un papel importante en la salud ósea y tienen potencial como una nueva estrategia para la prevención y el tratamiento de la OP.

Recientemente se reportó que existe una relación entre el MI y la densidad mineral ósea (DMO), lo que sugiere que el MI puede regular de manera indirecta la fuerza, la densidad y la composición del hueso. Algunos AGCC son capaces de regular el metabolismo de células implicadas en el remodelado óseo, como los osteoclastos, que son células responsables de la destrucción de hueso viejo o deteriorado (resorción), y los

osteoblastos, que son células responsables de la formación de hueso nuevo. Algunos experimentos han demostrado que el tratamiento con AGCC, como el propionato y el butirato, así como una dieta rica en fibra dietética en ratones aumenta significativamente la masa ósea, previniendo la pérdida ósea causada por afecciones posmenopáusicas e inflamatorias y su efecto protector puede asociarse con la inhibición de la diferenciación y la resorción ósea orquestada por los osteoclastos, pero sin afectar la formación ósea [2].

Algunos AGCC, como el propionato y el butirato, pueden modificar el metabolismo de los osteoclastos. Estos compuestos estimulan la glucólisis, un proceso a través del cual se obtiene energía a partir de la glucosa (tipo de azúcar), además de que disminuyen la fosforilación oxidativa, que es un proceso por el cual las células producen energía a partir del oxígeno. Por lo tanto, los AGCC ayudan a balancear el consumo energético celular y a limitar la actividad excesiva de los osteoclastos, favoreciendo así la salud y el mantenimiento del hueso. Por otro lado, se ha observado que los AGCC también influyen en el sistema inmunológico, ya que estos compuestos favorecen la formación de linfocitos T, un tipo de célula que ayuda a mantener el equilibrio del sistema inmune. Los linfocitos T pueden frenar la actividad de los osteoclastos y en consecuencia aumentar la masa ósea [4].

Además, investigaciones adicionales indican que, durante la diferenciación de los osteoclastos, los AGCC como el propionato y el butirato pueden influir en la actividad de las células óseas al bloquear ciertas señales que regulan el metabolismo del hueso. De esta manera, contribuyen a mantener un equilibrio entre la formación y la degradación del hueso, entre las que se encuentran moléculas clave como el factor 6 asociado al receptor del factor de necrosis tumoral (TRAF6) y el factor nuclear de células T activadas, citoplasmático 1 (NFATc1). Estos hallazgos demuestran el papel clave de los AGCC en el metabolismo óseo, principalmente en la inhibición de la diferenciación de osteoclastos (figura 1) [5].

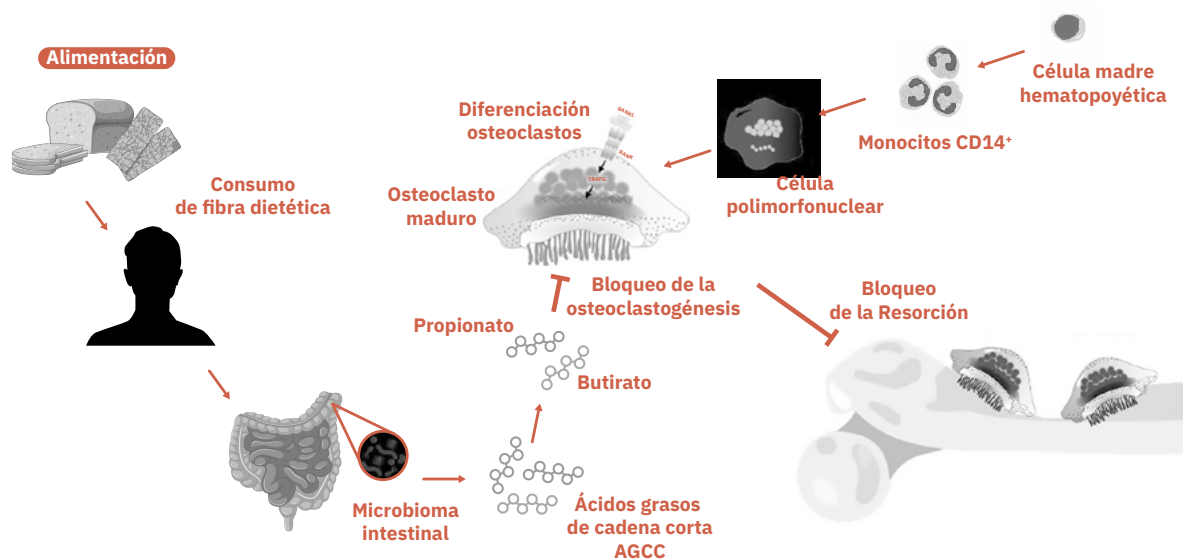


Figura 1. Efecto de los AGCC sobre la masa ósea. Se muestra el efecto del MI sobre el consumo de fibra dietética para producir los AGCC, como el propionato y butirato, los cuales inhiben la osteoclastogénesis, deteniendo la resorción y favoreciendo la formación ósea.

Conclusiones

Actualmente se sabe que los AGCC desempeñan un papel clave en la salud de los huesos y pueden ser empleados como un método de prevención y tratamiento de la OP. Estudios preclínicos han demostrado que los AGCC, como el butirato y propionato, pueden prevenir la pérdida de la masa ósea y mejorar la resistencia de los huesos, evitando que los osteoclastos se transformen en su forma activa, es decir, células maduras capaces de destruir el hueso viejo o deteriorado. Por lo que la ingesta adicional de AGCC podría ser prometedora para la salud ósea, principalmente en mujeres posmenopáusicas. No obstante, aún se requieren más estudios que lo confirmen.

Referencias

1. Tan J, McKenzie C, Potamitis M, Thorburn A, Mackay C, Macia L. The Role of Short-Chain Fatty Acids in Health and Disease. *Advances in Immunology*. 2014;121(1):91-119.
2. Lucas S, Omata Y, Hofmann J, Böttcher M, Iljazovic A, Sarter K, Albrecht O, Schulz O, Krishnacoumar B, Krönke G, Herrmann M, Mougiakakos D, Strowig T, Schett G, Zaiss MM. Short-chain fatty acids regulate systemic bone mass and protect from pathological bone loss. *Nat Commun*. 2018;9(1):55.
3. Cantellano-Sánchez PM, Ortega-Meléndez AI, Velázquez-Cruz R, Jiménez-Ortega RF. Función de las hormonas sexuales en la homeostasis del hueso y su papel en el desarrollo de la osteoporosis masculina: una revisión narrativa. *Rev. Osteoporos. Metab. Miner*. 2023;15(4):144-153.

4. Parada Venegas D, De la Fuente MK, Landskron G, González MJ, Quera R, Dijkstra G, Harmsen HJM, Faber KN, Hermoso MA. Short Chain Fatty Acids (SCFAs)-Mediated Gut Epithelial and Immune Regulation and Its Relevance for Inflammatory Bowel Diseases. *Front Immunol*. 2019;10:277.
5. Yang W, Yu T, Huang X, Bilotta AJ, Xu L, Lu Y, Sun J, Pan F, Zhou J, Zhang W, Yao S, Maynard CL, Singh N, Dann SM, Liu Z, Cong Y. Intestinal microbiota-derived short-chain fatty acids regulation of immune cell IL-22 production and gut immunity. *Nat Commun*. 2020;11(1):4457.

Rogelio Frank Jiménez Ortega Servicio de Medicina Genómica, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra-Ibarra (INRLGII), Tlalpan, Ciudad de México, México.

Alberto Hidalgo-Bravo Servicio de Medicina Genómica, INRLGII, Tlalpan, Ciudad de México, México.

Rafael Velázquez-Cruz Laboratorio de Genómica del Metabolismo Óseo, Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN), Ciudad de México, México.

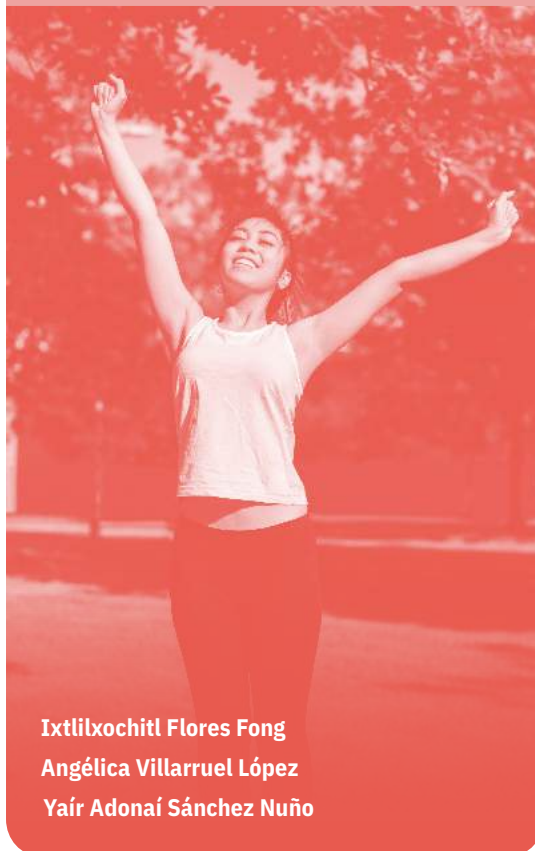
Contacto: rogeliiofrank.jimenez@uneve.edu.mx

Tres hongos que cuidan de tu salud: maitake, shiitake y reishi

ENE—26

23

SALUD AL DÍA



Ixtlilxochitl Flores Fong
Angélica Villarruel López
Yair Adonaí Sánchez Nuño

¿Sabías que algunos hongos comestibles podrían ayudar a tu cuerpo a cuidarse mejor?

En este artículo te contamos qué dicen los estudios sobre tres especies muy populares. Para hacerlo claro: cuando hablamos de las *defensas del cuerpo*, nos referimos al sistema que nos cuida y protege de microbios y otras amenazas: el sistema inmunológico; y cuando mencionamos las *sustancias naturales de los hongos*, nos referimos a esos compuestos que contienen como fibras y antioxidantes y que pueden interactuar de forma positiva con nuestro organismo.

Maitake (*Grifola frondosa*): posibles beneficios y cómo consumirlo

El maitake es un hongo comestible originario de Asia, conocido en la cocina y la herbolaria. Este hongo contiene vitaminas del grupo B, que ayudan a transformar los alimentos en energía, y minerales como el potasio, que favorece el buen funcionamiento del corazón. Además, tiene antioxidantes que protegen las células del desgaste diario. Asimismo, los estudios señalan que contiene fibras especiales llamadas β -glucanos, que

podrían “entrenar” a nuestras defensas para responder mejor frente a infecciones [1].

Dicho de forma simple: esas fibras ayudan a que ciertas células de defensa (del sistema inmunológico) trabajen coordinadas y a que el cuerpo libere “mensajeros químicos” que organizan la respuesta del organismo (cuyos nombres técnicos son citocinas, interleucinas o interferones) [2].

En algunos estudios de laboratorio y en pequeñas investigaciones con personas, se han visto señales prometedoras: por ejemplo, podrían ayudar a controlar el azúcar en la sangre, mejorar el colesterol y servir como apoyo en ciertos tratamientos contra el cáncer. También se ha estudiado su posible beneficio en el síndrome de ovario poliquístico (SOP), un problema que puede presentarse en algunas niñas y mujeres cuando los ovarios, las partes del cuerpo que ayudan a tener bebés cuando se es adulta, producen más hormonas de lo normal. Sin embargo, la evidencia en personas aún es limitada, y hacen falta más estudios sólidos para confirmar estos efectos.

¿Cómo se consume? Como alimento en sopas o salteados, y en algunas presentaciones

comerciales en polvo o cápsulas. En la literatura se mencionan cantidades orientativas de 7-3 g al día en alimentos o extractos. Importante: estas cantidades provienen de estudios y no son una receta. Si te interesa usarlo como complemento, hazlo bajo la guía de personal de salud. Precauciones: en personas sensibles puede causar malestar estomacal o erupciones; y no se recomienda mezclarlo con alcohol por su posible efecto en la presión arterial [1].

Shiitake (*Lentinula edodes*): el “botón de encendido” de las defensas

Es un hongo muy apreciado por su sabor y porque aporta vitaminas del complejo B y minerales. En vez de listar nombres técnicos de grasas o fosfolípidos, basta con decir que es un alimento denso en nutrientes los cuales, entre muchas funciones, pueden apoyar el sistema nervioso y la producción de energía. También aporta minerales como cobre y selenio, que ayudan a formar glóbulos rojos y a proteger las células. Aunque no tiene tanta proteína como la carne, sí ofrece proteínas vegetales que complementan la dieta [4].

Uno de sus compuestos estrella es el “lentinano”, que puedes imaginar como un botón de encendido: al activarse, ayuda a coordinar a las células de defensa del cuerpo, que forman parte del sistema inmunológico, mejorando así la eficacia de este sistema contra agresores provenientes tanto de fuera como de dentro del cuerpo. Por eso se ha estudiado como apoyo junto con tratamientos médicos en distintos tipos de cáncer, siempre bajo supervisión profesional [3].

El shiitake no solo es un alimento sabroso, también se ha estudiado por su capacidad para ayudar al cuerpo a defenderse mejor contra microbios comunes, como virus y bacterias. Esto se debe a compuestos naturales que contiene, especialmente el ya comentado lentinano, que, gracias a este, el cuerpo puede responder más rápido y con más fuerza ante infecciones respiratorias, gripes y otros problemas causados por microorganismos. Además, algunos estudios sugieren que el consumo regular de shiitake po-

dría favorecer la producción de sustancias que bloquean el crecimiento de ciertos microbios, reduciendo así el riesgo de enfermedades frecuentes. Aunque estos efectos son prometedores, todavía se necesita más investigación para confirmarlos en personas, por lo que siempre se recomienda consumirlo como parte de una dieta equilibrada y no como sustituto de tratamientos médicos [4].

En la mesa, 5-10 g al día en platillos es una referencia usada en estudios; en polvo de cultivo, 500-1 500 mg/día. Estas cifras son informativas y deben personalizarse con un profesional de la salud. En general es bien tolerado; ocasionalmente puede causar irritación de la piel o mayor sensibilidad al sol [1].

Reishi (*Ganoderma lucidum*): compuestos amargos con tradición milenaria

Este hongo concentra muchas sustancias naturales: fibras, antioxidantes y compuestos amargos característicos. En conjunto, podrían apoyar a las defensas del sistema inmunológico y proteger células y órganos como el hígado [5].

De forma sencilla: ayuda a que el “colesterol malo” no se oxide (lo que genera que se dañe y comience a causar problemas en las arterias y el corazón) con facilidad y contribuye a que la sangre fluya mejor. También se estudia por sus posibles efectos para mantener la presión arterial en rangos saludables y como coadyuvante en algunos tratamientos de diversas enfermedades, como afecciones del hígado, cáncer, presión sanguínea alta, colesterol y triglicéridos altos, diabetes, dolores musculares, cansancio y formación de coágulos en la sangre [3].

El reishi también ha mostrado actividad contra el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), al impedir que el virus se una e ingrese a las células del cuerpo. Además, presenta beneficios contra el dolor, reduce la glucosa en la sangre, relaja los músculos y disminuye la presión de la sangre [1].

Cuando se usa como extracto en polvo, se han reportado rangos amplios (9-72 g/día) en estu-



Figura 1. Efectos benéficos sobre la salud humana de los hongos maitake, shiitake y reishi.

dios específicos. Estas cantidades no deben improvisarse: consulta primero a personal de salud, sobre todo si vives con diabetes o tomas medicamentos. En algunos casos puede alterar temporalmente los niveles de glucosa; por eso conviene vigilarse si se decide usar [1].

Conclusiones

Como parte de una alimentación equilibrada, el maitake, el shiitake y el reishi pueden ser aliados naturales para nuestro bienestar: aportan nutrientes y, según la evidencia disponible, podrían apoyar defensas, glucosa y corazón (en la figura 1 se plasman los posibles beneficios de estos tres hongos comestibles sobre el cuerpo humano). Aun así, faltan estudios concluyentes en personas. Si decides incorporarlos con fines terapéuticos, hazlo de la mano de profesionales para ajustar la forma de consumo y las cantidades, y descartar efectos adversos o interacciones.

Referencias

1. Vanaclocha BV. *Fitoterapia: vademécum de prescripción*. Elsevier; 2019, 840 p.
2. Camilleri E, Blundell R, Baral B, Karpiński TM, Aruci E, Atrooz OM. Unveiling the full spectrum of maitake mushrooms. *Heliyon*. 2024;10(9):e30254.
3. Németh Z, Paulinné Bukovics M, Sümegi LD, *et al*. The Importance of Edible Medicinal Mushrooms. *Int J Mol Sci*. 2025;26(2):827.
4. Ahmad I, Arif M, Xu M, Zhang J, Ding Y, Lyu F. Therapeutic values and nutraceutical properties of shiitake. *Trends Food Sci Technol*. 2023;134:123-35.
5. Seweryn E, Ziała A, Gamian A. Health-Promoting of Polysaccharides Extracted from *Ganoderma lucidum*. *Nutrients*. 2021;13(8):2725.

Ixtlilxochitl Flores Fong Coordinadora de la licenciatura en Nutrición, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Angélica Villarruel López Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI), UdeG.

Yair Adonai Sánchez Nuño Candidato a doctor en Ciencias en Microbiología y la Biotecnología Molecular, CUCEI, UdeG. Departamento de Alimentación y Nutrición, CUCS, UdeG.

Contacto: yair.sanchez@academicos.udg.mx

Superhéroes de nueva generación: cómo el sistema inmune aprende a vencer el cáncer

Itzel Alejandra Yañez-Reyes
Samuel García-Arellano
Ilce Valeria Román-Fernández

Los superhéroes: el sistema inmune, nuestro guardián contra el cáncer

¿Sabías que dentro de tu cuerpo se libra una batalla silenciosa, las 24 horas del día, los 7 días de la semana? Un ejército secreto, formado por células, tejidos y órganos, trabaja incansablemente para protegerte de invasores invisibles y amenazas internas. Este es el sistema inmune, un escudo complejo diseñado para protegernos de bacterias, virus y ¡células cancerosas! [1].

Para protegernos, nuestro sistema inmune se apoya de la inmunidad innata y la adaptativa. La inmunidad innata está formada por células como macrófagos, células dendríticas y células NK; es nuestra primera línea de defensa, la cual detecta y elimina de manera inmediata amenazas como células infectadas o anormales. También se comen a los invasores externos como virus o bacterias [2]. Sin embargo, cuando esta primera barrera no es suficiente, se despierta la inmunidad adaptativa, un sistema más

avanzado. La inmunidad adaptativa depende del trabajo en equipo de dos tipos de células: los linfocitos B y los linfocitos T. Los linfocitos B producen anticuerpos, que son proteínas que ayudan a etiquetar a los invasores y células anormales, como las cancerosas, para que otras células del sistema inmune las eliminen. Por otro lado, los linfocitos T, especialmente los citotóxicos (llamados así por su capacidad de envenenar o intoxicar células infectadas o cancerosas causándoles la muerte), son como soldados de élite entrenados para identificar y destruir objetivos específicos. En esta historia será nuestro héroe principal (figura 1) [1].

El villano: ¿cómo el cáncer evade al sistema inmune?

De manera constante, el sistema inmune identifica y destruye células que presentan alteraciones que podrían volverse peligrosas, lo que evita que se multipliquen de manera descontrolada y formen tumores [2]. Sin embargo, el cáncer es un villano astuto que ha desarrollado estrategias para evadir el sistema inmune y sabotear sus ataques [1,2].

Durante su patrullaje, nuestro sistema inmune busca células que parecen sospechosas y las reconoce por la presencia de moléculas anormales en su superficie (llamadas antígenos), como si llevaran una etiqueta que dijera: “Esto no pertenece aquí”. Así, el sistema inmune reconoce estas marcas y elimina estas células.

Pero algunos tumores son muy listos y han aprendido a esconderse. Cambian o dejan de mostrar esas etiquetas que el sistema inmune busca, haciéndose pasar por células sanas y evitando así ser detectadas. Además, las células cancerosas tienen la capacidad de liberar sustancias que debilitan a los linfocitos T [1,2].

El cáncer no solo se esconde, sino que también puede sabotear directamente nuestras estrategias para defendernos. Algunos tumores producen proteínas que actúan como señales de alto, como la proteína PD-L1, la cual frena la actividad de los linfocitos T antes de que puedan atacarlos (figura 1) [3].

Otra táctica que usan los tumores es convencer a algunas de nuestras células de defensa para que cambien de función y trabajen a su favor. Algunas de nuestras células defensoras, como los macrófagos, pueden ser engañadas por el cáncer mediante unas señales químicas que las reprograman. En lugar de luchar contra el tumor, estos macrófagos manipulados empiezan a ayudarlo a crecer. También ayudan en la formación de nuevos vasos sanguíneos para que el tumor pueda alimentarse, y hacen que las células inmunes cercanas se calmen y no lo ataquen [2,3].

Estrategias contra el cáncer: nuestras primeras armas

Durante mucho tiempo, la quimioterapia y la radioterapia fueron nuestras principales armas para combatir el cáncer. La quimioterapia ataca a las células que se dividen rápidamente. Aunque las células cancerosas cumplen este requisito, también lo hacen algunas células sanas, como las que producen cabello, piel o recubren el intestino. Por su parte, la radioterapia funciona dañando el material genético (ADN) de las células cancerosas, lo que impide que crezcan y se multipliquen. Aunque se dirige principalmente al tumor, la radiación no siempre puede distinguir perfectamente entre las células cancerosas y las células sanas. Por eso, podríamos decir que la quimioterapia y la radioterapia son como un arma poderosa que busca destruir las células cancerosas. El problema es que esta arma no siempre es muy precisa y puede dañar también las células sanas que están cerca [3].

Súper escuela de héroes: cómo la inmunoterapia entrena al sistema inmune

Después de ver cómo el cáncer puede ser más astuto que nuestras defensas naturales y conocer las limitaciones de los primeros tratamientos, ha surgido una estrategia nueva e interesante: la inmunoterapia. Esta terapia no solo intenta eliminar las células cancerosas, también busca que nuestro propio sistema de

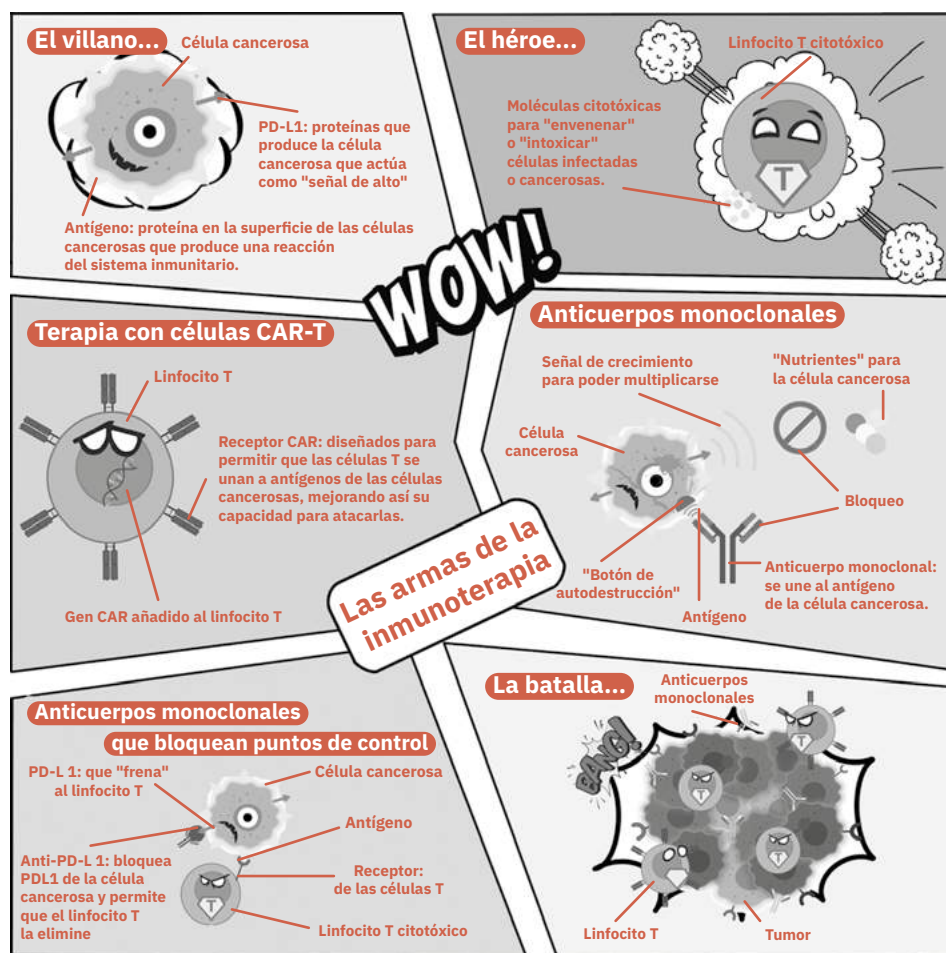


Figura 1. Tipos de inmunoterapias para combatir el cáncer. Como estrategias contra el cáncer, las inmunoterapias se basan en la generación de anticuerpos que atacan directamente a las células cancerosas. También nos ayudan a bloquear proteínas que estas células usan como frenos para nuestro sistema inmune (anticuerpos anti-PD-L1). Incluso se pueden modificar los linfocitos T de los pacientes para que reconozcan solo a las células cancerosas (terapia CAR-T).

defensa, el sistema inmune, recupere la capacidad de encontrar y atacar al cáncer por sí mismo, y que lo haga de forma duradera [3]. Algunas de las estrategias más prometedoras se explican a continuación.

Anticuerpos monoclonales que atacan el cáncer

Los anticuerpos monoclonales son proteínas hechas en el laboratorio que funcionan como llaves que están diseñadas para encajar perfectamente en unas cerraduras únicas presentes en las células cancerosas (los antígenos). Al unirse estas llaves pueden actuar de distintas maneras, por ejemplo, logran bloquear la señal de crecimiento de las células cancerosas e impedir que se multipliquen. También pueden

marcarlas para que el sistema inmune las destruya o activar señales que pueden causar su muerte. Estas llaves también se unen a nutrientes que la célula cancerosa necesita para crecer, impidiendo que lleguen a ellas. Los anticuerpos monoclonales han tenido un impacto significativo en varios tipos de cáncer, incluyendo cáncer de mama, colorrectal, algunos tipos de linfoma, melanoma y el cáncer de la sangre, también llamado leucemia (figura 1) [2,3].

Anticuerpos monoclonales que bloquean puntos de control

Nuestro sistema inmune cuenta con frenos naturales, una especie de interruptores que evitan que dañe a células sanas. El cáncer es muy listo y aprende a activar estos frenos en las células de defensa, los linfocitos T, para que no lo ataquen. Estos anticuerpos bloquean las señales de alto que el cáncer utiliza, permitiendo que los linfocitos T despierten y vuelvan

a atacar las células tumorales con más fuerza. Es como quitarle el freno al sistema inmune para que pueda hacer su trabajo contra el cáncer (figura 1). Este tipo de tratamiento ha permitido que las personas diagnosticadas con algunos tipos de cáncer de pulmón, de esófago, de cabeza y cuello, así como algunos cánceres específicos de las mujeres (por ejemplo, cáncer de mama o de ovario) tengan una mejoría considerable y una mayor esperanza de vida [1,3].

Terapia con células CAR-T

Este tratamiento se basa en tomar linfocitos T del paciente, y, en el laboratorio, se les enseña a reconocer y atacar de forma más personalizada a las células cancerosas. Se les añade una especie de antena especial (receptor de antígeno), conocida como receptor CAR, que les permite detectar marcas específicas que tienen las células cancerosas en su superficie. Una vez que estos linfocitos T reprogramados se devuelven al cuerpo del paciente, pueden encontrar y destruir las células cancerosas con mucha más precisión. Esta terapia ha dado resultados muy buenos, sobre todo en algunos tipos de leucemias (figura 1) [4].

Desafíos en la batalla: riesgos y obstáculos en la inmunoterapia

A pesar de tener varias opciones de tratamiento a nuestra disposición, la inmunoterapia no es igualmente efectiva en todos los tipos de cáncer. De hecho, a pesar de que varias personas puedan presentar el mismo tipo de cáncer, cada uno tendrá etiquetas o características muy diferentes [4,5].

Adicionalmente, debido a que la inmunoterapia estimula nuestro sistema inmune, este puede volverse hiperactivo y comenzar a atacar células sanas. Por ejemplo, algunos tratamientos que quitan los frenos de las células inmunes pueden afectar la tiroides, causando que funcione más lento o se inflame [5]. Es más raro, pero también se puede originar una reacción inflamatoria muy fuerte en todo el cuerpo (llamada síndrome de liberación de citocinas). Esta puede ser grave y requerir cuidados intensivos [4,5]. Además de los riesgos, se debe considerar que la inmunoterapia no está al alcance de todas las personas. Los costos de estos tratamientos suelen ser más elevados comparados con terapias convencionales, como la quimioterapia y la radioterapia.

Conclusiones

Hemos conocido una alternativa fascinante para el tratamiento del cáncer. Sin embargo, también existen riesgos y obstáculos,

lo que nos lleva a la pregunta: ¿estamos cerca de convertir el cáncer en una enfermedad curable? La inmunoterapia nos ayuda a entrenar a nuestro sistema inmune para luchar contra el cáncer de forma precisa y específica. Aunque todavía existen desafíos y no es una solución para todos los casos, nos ha acercado bastante.

Referencias

1. Netea MG, Domínguez-Andrés J, Barreiro LB, Chavakis T, Divangahi M, Fuchs E, *et al.* Defining trained immunity and its role in health and disease. *Nat Rev Immunol.* 2020;20(6):375-90. doi:10.1038/s41577-020-0285-6.
2. Hiam-Galvez KJ, Allen BM, Spitzer MH. Systemic immunity in cancer. *Nat Rev Cancer.* 2021;21(6):345-60. doi:10.1038/s41568-021-00347-z.
3. Hoteit M, Oneissi Z, Reda R, Wakim F, Zaidan A, Farran M, *et al.* Cancer immunotherapy: A comprehensive appraisal of its modes of application. *Oncology Letters.* 2021;22:655. doi:10.3892/ol.2021.12916.
4. Cummins KD, Gill S. Anti-CD123 chimeric antigen receptor T-cells (CART): an evolving treatment strategy for hematological malignancies, and a potential ace-in-the-hole against antigen-negative relapse. *Leuk Lymphoma.* 2017;58(2):448-456. doi:10.1080/10428194.2017.1375107.
5. Gutierrez C, McEvoy C, Munshi L, Stephens RS, Detsky ME, Nates JL, *et al.* Critical Care Management of Toxicities Associated with Targeted Agents and Immunotherapies for Cancer. *Crit Care Med.* 2020;48(1):10-21. doi:10.1097/CCM.0000000000004087.

Itzel Alejandra Yañez-Reyes Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Samuel García-Arellano Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Ilce Valeria Román-Fernández Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Contacto: ilce.romanfer@academicos.udg.mx



Más allá de los medicamentos: suplementos en el síndrome de ovario poliquístico

Natalie Jazmín Gallegos-Morales

Samuel García-Arellano

Christian Johana Baños-Hernández

¿Qué es el síndrome de ovario poliquístico?

El SOP es un trastorno endocrino que afecta el equilibrio hormonal de la mujer. Se caracteriza por aumento en la producción de hormonas masculinas (andrógenos), desproporción de hormonas femeninas (estrógenos y andrógenos), ciclos menstruales irregulares, problemas de fertilidad y quistes en los ovarios (figura 1) [1].

No existe causa única del SOP, es el resultado de una combinación de factores. Aunque algunas mujeres tengan predisposición genética al SOP, su aparición y gravedad pueden verse afectadas por el estilo de vida, principalmente alimentación y actividad física [1].

¿A quiénes afecta y cómo se manifiesta?

En el mundo, entre 6% y 20% de las mujeres en edad reproductiva (15 a 49 años) tienen SOP; esto equivale aproximadamente a 79 millones de casos en el mundo [5]. Aunque su nombre sugiere que es solo un problema en ovarios, en realidad es un problema metabólico complejo

que también influye en cómo funciona la insulina en el cuerpo, cómo maneja las grasas y cómo responde con inflamación [1]. Además, puede impactar la salud emocional, aumentando el riesgo de depresión y ansiedad [2].

La resistencia a la insulina es una de las características más frecuentes, presentándose hasta en 70% de las mujeres con SOP. En esta condición, las células no responden de manera adecuada a esta hormona, lo que hace que el páncreas produzca más insulina para intentar mantener estables los niveles de glucosa en sangre. Como resultado, los niveles elevados de insulina estimulan aún más la producción de andrógenos en ovarios, lo que agrava los síntomas, como acné, hirsutismo (crecimiento excesivo de vello en áreas no habituales) y caída del cabello [1].

¿Qué consecuencias tiene el SOP a largo plazo?

Debido a las alteraciones del metabolismo, pueden presentarse otros efectos como aumento de peso, dificultad para perder grasa abdominal, niveles elevados de lípidos en sangre y un



Figura 1. Principales manifestaciones del síndrome de ovario poliquístico (SOP).

mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares, como daño en las paredes de los vasos sanguíneos y endurecimiento de las arterias [1,2].

¿Cómo se trata actualmente el SOP?

Recibir un diagnóstico de SOP puede generar muchas dudas y preocupaciones. ¿Se puede curar? ¿Qué tratamiento es el adecuado? La realidad es que no tiene una cura definitiva. En la actualidad, el manejo habitual se enfoca en controlar síntomas y reducir el riesgo de complicaciones a largo plazo mediante tres estrategias principales basadas en medicamentos, como pastillas anticonceptivas, metformina (fármaco para mejorar la acción de la insulina) y medicamentos que ayudan a estimular la ovulación [1]. Asimismo, se sugiere la implementación de cambios en el estilo de vida, como una alimentación equilibrada y la práctica regular de actividad física, ya que estos ayudan a mejorar los niveles de insulina, favorecen el equilibrio hormonal y emoción, además de contribuir al control de peso y reducir el riesgo de complicaciones a largo plazo [2].

Para muchas mujeres, una de las primeras opciones recomendadas son los anticonceptivos orales, medicamentos que contienen versiones sintéticas de hormonas femeninas clave: estrógeno y progesterona. Estas hormonas ayudan a regular el ciclo menstrual y a disminuir la producción de andrógenos, cuya elevación puede provocar alteraciones en la piel y el cabello. Al tomar anticonceptivos, se logra equilibrar el sistema hormonal y mejorar síntomas, especialmente en mujeres que no buscan embarazarse [1].

Pero ¿qué sucede cuando la insulina no funciona correctamente? Muchas mujeres con SOP presentan resistencia a la insulina, lo que agrava el desequilibrio hormonal. Aquí entra en juego la metformina, un medicamento que mejora la respuesta del cuerpo a la insulina. Su función es reducir la producción de glucosa en el hígado y aumentar la eficacia con la que el cuerpo usa el azúcar en sangre. Esto disminuye los niveles de insulina, y con ello la estimulación excesiva de los ovarios para producir andrógenos. Además, la metformina favorece la regulación del ciclo menstrual, la funcionalidad ovárica y contribuye a la pérdida de peso en algunas mujeres con SOP [1].

Y ¿qué pasa con quienes buscan embarazarse? En estos casos, el tratamiento se enfoca en estimular la ovulación.

Existen medicamentos que actúan como una “señal” para los ovarios, indicándoles que liberen óvulos de manera regular. Uno de los más utilizados es el citrato de clomifeno, que estimula la producción de hormonas que regulan la ovulación, aumentando la probabilidad de embarazo. Otra opción es el letrozol, que también estimula la ovulación reduciendo temporalmente los niveles de estrógeno para que el cuerpo genere otras hormonas que impulsan la maduración y liberación de óvulos [1].

¿Pueden los suplementos marcar una diferencia en el SOP?

Si bien los tratamientos médicos son el manejo base del SOP, muchas mujeres buscan alternativas complementarias para mejorar su calidad de vida. Aquí es donde entran los suplementos: estos no son medicamentos, sino sustancias con nutrientes esenciales para el funcionamiento del cuerpo. En el SOP, algunas mujeres tienen deficiencias en vitaminas y minerales que pueden empeorar los síntomas. Por ejemplo, muchas mujeres con SOP que tienen resistencia a la insulina presentan niveles bajos de zinc, selenio y magnesio, minerales esenciales para la regulación hormonal y metabólica [1,2].

Suplementos que mejoran la sensibilidad a la insulina

Algunos suplementos (tabla 1) han resultado ser especialmente útiles en mejorar los síntomas del SOP, en particular la vitamina D y los inositoles. La vitamina D, más allá de su papel en la salud ósea, se relaciona con la disminución de la insulina y hormonas masculinas, lo que contribuye a la regulación del ciclo menstrual [1,2]. Los inositoles son compuestos naturales derivados del azúcar, y están presentes en frutas, granos integrales, frijoles, nueces y también de manera natural en el cuerpo. Los más estudiados son el mioinositol y el D-chiro inositol, ya que han demostrado reducir los niveles

de insulina que el cuerpo necesita producir, bajando los niveles de azúcar en sangre, favorecen la regulación del ciclo menstrual y la ovulación, y disminuyen la producción de hormonas masculinas [1,2,3].

Diversos suplementos herbales han mostrado beneficios similares en el manejo de la resistencia a la insulina. Sustancias extraídas de plantas, como el trébol rojo, el regaliz y la canela, han sido estudiadas por sus propiedades de regulación hormonal. Estas plantas contienen compuestos activos que ayudan a reducir la inflamación, controlar la producción de hormonas sexuales y mejorar el metabolismo de la glucosa. Uno de los más estudiados es la berberina, una sustancia extraída de la planta *Berberis aristata*, utilizada en la medicina tradicional china. La berberina ayuda activando enzimas reguladoras del uso de la energía por las células, lo cual optimiza la glucosa y reduce su producción en el hígado. También tiene efectos antiinflamatorios al reducir la producción de moléculas que la activan, y favorece la pérdida de peso. Dados

los resultados favorables de la berberina, se ha convertido en una de las opciones más prometedoras [1,4].

Por último, el omega-3 ha demostrado mejorar la sensibilidad a la insulina y reducir la inflamación; está presente en pescados, como el salmón, y en semillas, como la chía. El omega-3 ayuda a disminuir la inflamación en el cuerpo al reducir la producción de moléculas proinflamatorias, que empeoran la resistencia a la insulina y alteran los niveles hormonales. Además, ayudan a que las paredes de las células funcionen como “puertas” que se abren con mayor facilidad, lo que mejora el funcionamiento de la insulina y permite que la glucosa entre más fácilmente en las células [1,4].

Suplementos antioxidantes y reguladores hormonales

Minerales como zinc, selenio y magnesio pueden hacer una diferencia. El zinc favorece la producción y almacenamiento de insulina; además, regula los andrógenos. El selenio, por su

Tabla 1. Opciones suplementarias para el manejo del SOP

Función principal	Suplemento	Efectos en el SOP
Sensibilizantes a la insulina	Inositoles (mioinositol y D-chino inositoles)	Regulación del ciclo menstrual, reducción de andrógenos y regulación de la insulina.
	Berberina	Regulación de la insulina y glucosa, reduce la inflamación y favorece la pérdida de peso.
	Trébol rojo	Reducen la inflamación y favorecen la regulación hormonal.
	Regaliz	
	Canela	
	Vitamina D	Disminución de la insulina y de estrógenos.
	Omega-3	Regulación de la insulina y reducción de la inflamación.
Antioxidantes y reguladores hormonales	Zinc	Regula la insulina y los andrógenos.
	Selenio	Favorece el metabolismo y la función tiroidea.
	Magnesio	Favorece a la regulación del sistema nervioso.
	Coenzima Q10	Favorece el metabolismo y la ovulación.
SOP: Síndrome de ovario poliquístico.		

Fuentes: Stańczak [1], Alesi [2], Greff [3], Malik [4].

parte, es un antioxidante que protege las células del daño y mejora la función de la glándula tiroidea, la cual regula el metabolismo; puede estar alterada en algunas mujeres con SOP. Asimismo, el magnesio ayuda a relajar el sistema nervioso y mejora el estado de ánimo, reduciendo síntomas de depresión y ansiedad. Esto es importante porque el estrés puede agravar la resistencia a la insulina y empeorar síntomas [2].

Finalmente, la coenzima Q10 es un antioxidante clave en la producción de energía en las células. Su suplementación mejora el rendimiento de las mitocondrias, encargadas de generar energía en las células, y optimiza el uso de los nutrientes. Además, se ha sugerido que la coenzima Q10 puede mejorar la calidad de los óvulos, lo cual favorece la fertilidad en quienes desean embarazarse [2].

Uso de suplementos en SOP: un camino prometedor bajo la lupa científica

El uso adecuado de suplementos pueden ser un apoyo importante para mejorar el bienestar de las mujeres con SOP, al ayudar a equilibrar las hormonas, controlar la insulina y reducir los síntomas de este. Sin embargo, para que estos sean beneficiosos, es fundamental que su consumo esté supervisado por personal capacitado, principalmente nutriólogos, quienes evalúan el estado metabólico y eligen la mejor estrategia alimenticia y de suplementación de manera personalizada. Por lo tanto, complementar los suplementos con cambios en estilo de vida, como alimentación adecuada y actividad física, son clave para obtener resultados positivos y mejorar la calidad de vida.

Conclusiones

Vivir con SOP puede sentirse como intentar armar un rompecabezas sin instrucciones, donde cada pieza representa una parte de tu salud: las hormonas, el metabolismo, la inflamación y el bienestar emocional. Si una de ellas no encaja, todo el sistema se desajusta. Pero cuando se aborda correctamente, cada pieza encuentra su lugar.

Más allá de los medicamentos, la ciencia ha demostrado que ciertos suplementos pueden ser aliados para ayudar a regular la insulina, equilibrar hormonas y mejorar la calidad de vida. Sin embargo, no hay una solución única; el verdadero cambio ocurre cuando se construye un tratamiento integral y personalizado, bajo un consumo preciso y con precaución, y con el apoyo de especialistas, como ginecólogos, endocrinólogos, nutriólogos y psicólogos, dado que estos no deben de reemplazar medicamentos prescritos sin consentimiento previo. No se trata solo de aliviar los síntomas, sino de recuperar el control sobre tu salud y bienestar, lo cual ha sido demostrado en los diversos estudios donde dichos cambios mejoran la calidad de vida y la percepción de bienestar por las mujeres con SOP [2,3].

Referencias

1. Stańczak NA, Grywalska E, Dudzińska E. The latest reports and treatment methods on polycystic ovary syndrome. *Ann Med.* 2024;56(1):2357737.
2. Alesi S, Ee C, Moran LJ, Rao V, Mousa A. Nutritional supplements and complementary therapies in polycystic ovary syndrome. *Adv Nutr.* 2022;13(4):1243-66.
3. Greff D, Juhász AE, Váncsa S, Váradi A, Sipos Z, Szinte J, *et al.* Inositol is an effective and safe treatment in polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Reprod Biol Endocrinol.* 2023;21(1):10.
4. Malik S, Saeed S, Saleem A, Khan MI, Khan A, Akhtar MF. Alternative treatment of polycystic ovary syndrome: pre-clinical and clinical basis for using plant-based drugs. *Front Endocrinol.* 2023;14:1294406.
5. Siddiqui S, Mateen S, Ahmad R, Moin S. A brief insight into the etiology, genetics, and immunology of polycystic ovarian syndrome (PCOS). *J Assist Reprod Genet.* 2022;39(11):2439-2473

Natalie Jazmín Gallegos-Morales Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Samuel García-Arellano Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Christian Johana Baños-Hernández Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Contacto: johana.banos@academicos.udg.mx

Inmunidad en jaque: los trucos del cáncer para evadir las defensas del cuerpo

José Manuel Rojas Díaz
Fernando Galván Ledezma
Susana del Toro Arreola

Nuestro sistema inmune es como un guardia de seguridad dentro de nuestro cuerpo, encargado de detectar y eliminar cualquier célula cancerosa que aparezca, en un proceso conocido como inmunovigilancia. Las células T y células NK (del inglés, *natural killers*, o asesinas naturales) son los principales protagonistas de este sistema de patrullaje, ya que actúan como soldados especializados en reconocer y destruir células anormales. Sin embargo, este ejército de células inmunes no siempre es infalible. A medida que el cáncer avanza, se observa que, en sus primeras fases, el sistema inmune puede eliminar de manera eficiente las células cancerosas. Después, se establece un delicado equilibrio, en el cual el crecimiento del tumor puede mantenerse bajo control, pero no completamente erradicado. Por último, si las células cancerosas logran evadir las defensas del cuerpo, el tumor puede crecer de forma agresiva y resistir los esfuerzos de nuestras defensas para frenar su crecimiento [1].

Mecanismos de evasión del cáncer

A pesar del patrullaje constante del sistema inmune, las células cancerosas han desarrollado estrategias ingeniosas para esquivar su detección y eliminación. Estos mecanismos de evasión les permiten crecer sin restricciones, engañando a las células inmunes o incluso reprogramándolas para que favorezcan su desarrollo. Entonces, para sobrevivir, los tumores emplean diversas tácticas que van desde esconderse hasta generar un ambiente desfavorable para la respuesta inmune [1,2] (figura 1).

Una de las tácticas más astutas que emplean las células cancerosas es el “camuflaje”. Al igual que un ladrón que se disfraza para pasar desapercibido, las células tumorales se ocultan para evitar ser detectadas por el sistema inmune. Una de las formas de lograrlo es mediante la pérdida antigénica, lo que significa que las células cancerosas se deshacen de las señales que alertan al sistema inmune sobre su presencia.



Figura 1. Mecanismos de evasión del cáncer. Las células cancerosas emplean diversas estrategias para evitar la detección y destrucción por parte de las células inmunes, desde esconderse para pasar desapercibidas hasta protegerse de ser eliminadas, e incluso pueden afectar directamente a nuestras defensas.

Por ejemplo, reducen o modifican la expresión de las moléculas del complejo principal de histocompatibilidad, conocido como MHC (del inglés, *major histocompatibility complex*), que son esenciales para que las células T puedan identificar y atacar las tumorales. Al esconder estas señales, las células cancerosas se vuelven invisibles y continúan su crecimiento sin ser detectadas por las T [2].

Otra estrategia que usan los tumores para evadir el sistema inmune es dificultar el arribo de las células de defensa al sitio del cáncer, bloqueando el “llamado de auxilio” que normalmente las atrae. Para ello, las células tumorales disminuyen la producción de señales que normalmente atraerían a las células inmunes hacia el tumor, como las quimiocinas. Las quimiocinas son como señales de tráfico que guían a las células inmunes hacia el lugar correcto; un ejemplo sería la interleucina-8 (IL-8), que facilita el reclutamiento de células inflamatorias al sitio de daño. Si estas señales no se producen o se alteran, las células inmunes no pueden llegar al tumor y, por lo tanto, el cáncer puede crecer sin ser atacado de manera efectiva [3].

Además, en algunos casos, las células tumorales construyen una barrera física que impide el acceso de las células inmunes, un proceso conocido como exclusión inmune, similar a la creación de una muralla o fortaleza protectora. Para hacer esto, las células cancerosas modifican la matriz extracelular, que es como una envoltura que rodea al tumor, impidiendo que las células inmunes lleguen a atacarlo. También, se pueden atraer a otras células que forman una especie de barrera protectora alrededor del tumor, lo que dificulta aún más que las células inmunes puedan infiltrarse y destruir a las tumorales [2].

El microambiente tumoral no solo actúa como una fortaleza que bloquea la entrada de las células inmunes, sino que también manipula a nuestras defensas en contra de nosotros mismos. Un truco que los tumores utilizan es

transformar algunas de nuestras células de defensa en versiones que, en lugar de atacar al tumor, favorecen su crecimiento. Por ejemplo, los macrófagos pueden convertirse en macrófagos tipo M2, que ayudan al tumor en lugar de destruirlo. Además, el microambiente tumoral puede potenciar la acción de células con funciones supresoras, como las células T reguladoras y las células supresoras de origen mieloide, conocidas como MDSC (por sus siglas en inglés, *myeloid-derived suppressor cells*), que tienen la capacidad de reducir la respuesta inmunitaria y facilitar la expansión del cáncer [3].

En caso de ser detectadas, las células tumorales cuentan con un arsenal de tácticas para resistir el ataque directo de las células T y las NK. Una de ellas es modificar su membrana celular para evitar que la perforina, la proteína “bala” encargada de perforar y destruir las células tumorales, forme poros en su superficie. Además, las células tumorales pueden degradar la perforina utilizando tijeras moleculares, como es el caso de la catepsina B, lo que desarma a las células inmunes y favorece que el tumor no sea destruido [4].

Otra táctica que tiene los tumores es que alteran el equilibrio de unas moléculas llamadas citocinas, que son esenciales para regular la función del sistema inmune. Estas citocinas funcionan como mensajeros que permiten a las células inmunes saber cuándo encenderse o apagarse para funcionar correctamente. Las células cancerosas pueden alterar esta comunicación inmunitaria al aumentar la producción de algunas citocinas que funcionan como si fueran un freno; tal es el caso del factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), que reduce directamente la potencia de las células inmunes. Por el contrario, pueden disminuir otras citocinas que encienden a la respuesta inmune, como son los interferones, lo que favorece el crecimiento tumoral y dificulta que las células inmunes cumplan su función de destruir a las células cancerosas [2].

Otra forma en que las células cancerosas esquivan la defensa del sistema inmune es manipulando los “botones de apagado” naturales de las células inmunes, como PD-1, TIGIT o LAG-3, entre otros. Estos botones de apagado son receptores inhibitorios que frenan la actividad de las células inmunes. Sin embargo, los tumores pueden sobreexpresar sus ligandos, es decir, las moléculas que se unen a estos receptores, para presionar estos botones y apagar la función de las células inmunes. De esta manera, las células tumorales logran bloquear la respuesta inmunitaria, evitando así su destrucción [5].

Por último, el microambiente tumoral también modifica el metabolismo, al crear un entorno desfavorable para las células inmunes. Un ejemplo de este sabotaje metabólico es la generación de adenosina, una molécula altamente tóxica para las células T y NK. Además, las células tumorales producen grandes cantidades de ácido láctico, lo que acidifica el microambiente y disminuye la capacidad de las células inmunes para funcionar correctamente. Para complementar su ataque, las células cancerosas “roban” del microambiente tumoral nutrientes esenciales, como glucosa y glutamina, lo que deja a las células inmunes sin la energía necesaria para combatir eficazmente el cáncer [2].

Desbloqueando el potencial oculto del sistema inmune

Comprender las estrategias que emplean las células tumorales para evadir al sistema inmune es como descifrar el mapa secreto de una fortaleza que están protegiendo. Al entender cómo los tumores se camuflan, cómo manipulan a las células inmunes y cómo alteran su entorno, podemos encontrar nuevas formas de contrarrestar los trucos del cáncer. Esta información abre el camino a tratamientos innovadores que refuercen nuestras propias defensas. De este modo, en lugar de que nuestras células inmunes sean simples espectadoras ante el avance del cáncer, podemos transformarlas en soldados de élite, altamente entrenados para identificar y eliminar las células tumorales con precisión y eficacia.

Referencias

1. Kroemer G, Chan TA, Eggermont AMM, Galluzzi L. Immunosurveillance in clinical cancer management. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2024 Mar 1;74(2):187-202.
2. Galassi C, Chan TA, Vitale I, Galluzzi L. The hallmarks of cancer immune evasion. *Cancer Cell*. 2024;42(11):1825-63.
3. Kim SK, Cho SW. The Evasion Mechanisms of Cancer Immunity and Drug Intervention in the Tumor Microenvironment. *Frontiers in Pharmacology* [Internet]. 2022;13-2022. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/pharmacology/articles/10.3389/fphar.2022.868695>
4. Tuomela K, Ambrose AR, Davis DM. Escaping Death: How Cancer Cells and Infected Cells Resist Cell-Mediated Cytotoxicity. *Frontiers in Immunology* [Internet]. 2022;13-2022. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2022.867098>
5. Tang S, Ning Q, Yang L, Mo Z, Tang S. Mechanisms of immune escape in the cancer immune cycle. *International Immunopharmacology*. 2020;86:106700.

José Manuel Rojas Díaz Instituto de Investigación en Enfermedades Crónico Degenerativas, Departamento de Biología Molecular y Genómica, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Fernando Galván Ledezma Instituto de Investigación en Enfermedades Crónico Degenerativas, Departamento de Biología Molecular y Genómica, CUCS, UdeG. Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, CUCS, UdeG.

Susana del Toro Arreola Instituto de Investigación en Enfermedades Crónico Degenerativas, Departamento de Biología Molecular y Genómica, CUCS, UdeG. Laboratorio de Inmunología, Departamento de Fisiología, CUCS, UdeG.

Contacto: susana.darreola@academicos.udg.mx

Euphorbia hirta:

un tesoro natural con potencial terapéutico creciendo en nuestra banqueta

Danna Cubillo Cervantes

Pedro Ernesto Sánchez-Hernández



Las plantas medicinales han sido utilizadas desde tiempos remotos, con registros que datan del 4000 a.C. En México, la medicina tradicional, basada en el uso de plantas con propiedades terapéuticas, tiene sus raíces en civilizaciones prehispánicas, donde se empleaban para tratar diversas enfermedades y padecimientos. En sus formas de uso, ya sea infusiones, maceraciones, fomentos, extractos, tinturas, jarabes y pomadas, se refleja el profundo conocimiento ancestral de sus efectos curativos. Uno de los primeros registros escritos sobre el uso de plantas medicinales en Mesoamérica es el Códice de la Cruz-Badiano, elaborado en 1552 por el médico nahua Martín de la Cruz y traducido del náhuatl al latín por Juan Badiano [1].

En la actualidad, el interés por las plantas medicinales persiste, impulsado por el conocimiento biocultural (sabidurías y prácticas de pueblos indígenas y comunidades locales) y la búsqueda de alternativas naturales y sostenibles para el cuidado de la salud. Se estima que en México existen aproximadamente 3 000 especies de plantas con usos medicinales, de las cuales el 90% se encuentra en estado silvestre [1]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido la importancia de la medicina tradicional y su papel en la salud de diversas comunidades, sobre todo en territorios indígenas, y destaca la necesidad de su protección. La herbolaria es una de las prácticas más utilizadas dentro de este enfoque. La OMS define la medicina tradicional como “la suma de cono-

cimientos, técnicas y prácticas fundamentadas en las teorías, creencias y experiencias propias de diferentes culturas, utilizadas para mantener la salud, tanto física como mental” [2].

Sin embargo, con el avance de la medicina moderna y el desarrollo socioeconómico de diversos países, el conocimiento sobre la medicina tradicional se ha olvidado en algunas regiones. Aun así, es una alternativa fundamental en muchas comunidades, ya que brinda acceso a tratamientos basados en plantas medicinales. Además de su uso en la medicina tradicional, las plantas han sido una fuente clave de compuestos bioactivos (sustancias presentes en la planta que tienen un efecto en la salud) en el desarrollo de la medicina moderna. Si bien, los medicamentos sintetizados o producidos químicamente en laboratorio han demostrado ser tratamientos eficaces contra enfermedades (efecto deseado), también pueden causar malestares, como náuseas, vómito, pérdida de pelo, etc. (efectos secundarios) o ser inaccesibles para ciertas poblaciones. Pero la naturaleza nos ha proporcionado plantas con propiedades terapéuticas que han sido ampliamente aprovechadas, muchas de ellas con poco o nulo

efecto secundario sobre todo si se tiene más conocimiento de ellas. Si nos detenemos un momento a reflexionar, podemos recordar ejemplos como la manzanilla, la hierbabuena o la sábila, las cuales probablemente hemos utilizado en alguna ocasión.

Sin embargo, muchas otras especies de plantas han sido subestimadas o ignoradas, a pesar de su potencial medicinal. Algunas crecen en entornos urbanos, como en jardines y banquetas, sin que les prestemos atención. Tal es el caso de *Euphorbia hirta*, una hierba comúnmente encontrada en espacios urbanos y rurales (figura 1). En México, está presente en varios estados, que incluyen Jalisco, pero ha sido poco valorada a pesar de su amplio uso en la medicina tradicional. También conocida como “golondrina”, *E. hirta* se utiliza ampliamente en infusiones debido a sus propiedades de disminuir la inflamación, calmar el dolor, combatir infecciones bacterianas y ayudar a la digestión. Su relevancia ha aumentado en los últimos años, pues estudios recientes han explorado su potencial terapéutico en afecciones de la piel y del sistema respiratorio [3,4].



Figura 1. *Euphorbia hirta* (golondrina) creciendo en la banqueta de una comunidad de Tlaquepaque, Jalisco, México.

***Euphorbia hirta* y su potencial en enfermedades respiratorias**

Uno de los aspectos más prometedores de *E. hirta* es su posible aplicación en el tratamiento de enfermedades respiratorias (como el COVID-19). Se ha investigado su actividad

contra los virus, donde algunos de sus compuestos pueden bloquear la entrada de virus en células del tracto respiratorio. Incluso, algunos estudios han planteado su posible uso como un complemento adicional en el tratamiento del COVID-19. También se ha profundizado en el conocimiento de cómo los compuestos de *E. hirta* pueden actuar en el organismo para disminuir la inflamación [5]. Estos efectos la han posicionado como una alternativa natural para mitigar síntomas respiratorios e inflamatorios, reforzando la necesidad de estudios que validen su uso en la práctica clínica.

Propiedades antidiarreicas y uso en medicina tradicional

En la medicina tradicional, *E. hirta* se ha empleado para tratar afecciones digestivas, especialmente la diarrea. Los primeros estudios sobre su acción antidiarreica observaron que el extracto de *E. hirta* reducía significativamente los síntomas. Su uso como té o infusión mejora la digestión y disminuye afecciones estomacales e intestinales, además evita la deshidratación. Al analizar la planta se han encontrado diversos compuestos que tienen actividad contra microbios dañinos, lo que apoya su uso tradicional para tratar infecciones gastrointestinales [6]. Dada su seguridad y accesibilidad, muchas personas recurren a esta planta como alternativa natural para tratar problemas intestinales. Esto la convierte en una opción de interés para el desarrollo de nuevos fármacos antidiarreicos eficaces y de bajo costo, lo cual es relevante ya que la diarrea es una de las principales causas de enfermedad y mortalidad en los países en desarrollo, sobre todo en infantes [3].

Posible uso en enfermedades de la piel y alergias

Otro campo de interés para el estudio de *E. hirta* es su potencial terapéutico en afecciones inflamatorias de la piel, como la dermatitis atópica (alergia en la piel); si esta condición no se trata adecuadamente, puede evolucionar a rinitis alérgica (alergia que causan estornudos, con-

gestión nasal, lagrimeo y escurrimiento nasal) y asma (alergia que afecta los pulmones y dificulta la respiración). Investigaciones recientes han demostrado que el extracto de *E. hirta* disminuye la inflamación en la piel. Dado que algunos tratamientos convencionales pueden generar efectos perjudiciales en el organismo (efectos adversos), esta planta representa una alternativa segura, accesible y de bajo costo para el alivio de síntomas inflamatorios [4].

Precauciones y consideraciones en su uso

Euphorbia hirta pertenece a una gran familia botánica donde muchas especies tienen usos medicinales, pero otras pueden ser tóxicas. Una característica distintiva de estas plantas es la presencia de un látex blanquecino que se secreta al romper sus tallos u hojas. En algunas especies de *Euphorbia*, este látex puede ser irritante o tóxico, por lo que es fundamental asegurarse de identificar correctamente la planta antes de su uso medicinal. A pesar de esto, *E. hirta* es segura y no se han reportado casos de intoxicación o muerte por su uso [3]. No obstante, siempre es recomendable consultar a un especialista antes de emplearla con fines terapéuticos, debido a que algunas plantas aunque pueden tener efectos beneficiosos, su uso sin orientación o conocimiento adecuado puede resultar ineficaz e incluso perjudicial o contraproducente para el organismo.

Conclusiones

La golondrina (*Euphorbia hirta*) es un ejemplo de cómo la naturaleza nos brinda recursos terapéuticos accesibles y versátiles. Su amplia distribución en entornos urbanos y rurales la convierte en una alternativa medicinal fácil de obtener, especialmente en comunidades con limitado acceso a fármacos convencionales.

Los estudios sobre su uso en infecciones por virus o microbios dañinos, en afecciones gastrointestinales, en alergias y enfermedades inflamatorias respaldan su potencial para el desarrollo de nuevos tratamientos, tanto en la

medicina tradicional como en la farmacología moderna. Sin embargo, para su inclusión en la práctica clínica, es crucial seguir investigando sus efectos, mecanismos de acción y posibles aplicaciones terapéuticas. Lo que alguna vez pudo parecer solo una hierba en la banqueta, hoy se perfila como un tesoro natural con propiedades medicinales significativas.

Referencias

1. Secretaría de Salud de Veracruz. *Guía de plantas medicinales usadas en la medicina tradicional veracruzana* [Internet]. Secretaría de Salud; 2024. Disponible en: <https://www.ssaver.gob.mx/salud-publica/2024/10/29/guia-de-plantas-medicinales-usadas-en-la-medicina-tradicional-veracruzana/>
2. Organización Mundial de la Salud. *Medicina tradicional* [Internet]. OMS. 2023. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/traditional-medicine>
3. Ali MZ, Mehmood MH, Saleem M, Gilani AH. The use of *Euphorbia hirta* L. (Euphorbiaceae) in diarrhea and constipation involves calcium antagonism and cholinergic mechanisms. *BMC Complementary Medicine And Therapies* [Internet]. 2020;20(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2793-0>
4. Gil TY, Kang SC, Jin BR, An HJ. *Euphorbia hirta* Leaf Ethanol Extract Suppresses TNF- α /IFN- γ -Induced Inflammatory Response via Down-Regulating JNK or STAT1/3 Pathways in Human Keratinocytes. *Life* [Internet]. 2022;12(4):589. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/life12040589>
5. Cayona R, Creencia E. Phytochemicals of *Euphorbia hirta* L. and Their Inhibitory Potential Against SARS-CoV-2 Main Protease. *Frontiers In Molecular Biosciences* [Internet]. 2022;8. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmolb.2021.801401>

Danna Cubillo Cervantes Instituto de Investigación en Cáncer de la Infancia y Adolescencia (INICIA), Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Pedro Ernesto Sánchez-Hernández INICIA, CUCS, UdeG. Departamento de Fisiología, CUCS, UdeG.

Contacto: pedro.shernandez@academicos.udg.mx

Cuando Cupido lanza moléculas:

la bioquímica detrás del amor

Cristian Oswaldo Hernández Ramírez
Saúl Ramírez de los Santos
Hazael Ramiro Ceja-Gálvez

El amor es el motor que mueve al mundo. Ha sido la fuente de inspiración para el arte, poetas, músicos y escritores. A pesar de las mil y una analogías que pueden ser un ejemplo de cómo el amor se siente, algo que tenemos claro los científicos es que detrás de este se encuentra la bioquímica, ya que el torbellino de emociones está orquestado por reacciones bioquímicas precisas que favorecen la atracción, reproducción y apego. Lejos de quitarle el romanticismo al amor, la ciencia nos muestra que detrás del amor hay un conjunto de moléculas que hacen posible lo que sentimos.

Atracción: la chispa química inicial

El amor comienza con un chispazo químico mejor conocido como atracción. Cuando encontramos a alguien atractivo, comienza la liberación de moléculas bioquímicas, que comúnmente las describimos como el “flechazo a nuestro corazón”. En ese instante se activa el circuito de recompensa; algunas partes del cerebro se activan cuando realizamos actividades que nos generan placer o satisfacción, como comer, escuchar música, alcanzar una meta o enamorarnos, por lo que nuestro cerebro libera la primera molécula del amor, la dopamina, la cual regula la actividad cerebral, produciendo euforia, energía y una necesidad constante de volver a repetir la experiencia en las personas. Piensa en esta molécula como la del ¡quiero más! Cada vez que recibimos un mensaje o una mirada de esa persona, una dosis de dopamina inunda el cerebro, generando una sensación similar a la producida al escuchar tu canción favorita o recibir un abrazo de tus papás [1,2].

Al mismo tiempo se liberan adrenalina y noradrenalina, las cuales ponen al cuerpo en alerta, ya que normalmente aumentan en situaciones de riesgo moderado y emoción. En el enamoramiento la adrenalina se encarga de las señales físicas; por ejemplo, el corazón late más rápido, se eleva la presión arterial, las manos sudan y nos sentimos en alerta; una sensación de

nerviosismo característica. La noradrenalina, por su parte, aumenta la atención y la memoria emocional, concentrando los sentidos en la persona amada. Es como si nuestro cuerpo confundiera el amor con una actividad emocionante, como cuando hablamos en público, practicamos un deporte extremo o recibimos una sorpresa inesperada. Juntas convierten cada encuentro con la persona amada en una experiencia de emoción, atención y entusiasmo [1,3].

El efecto que hace que cada vez queramos ver a la persona de la que nos estamos enamorando, es provocado por la feniletilamina, una molécula que potencia la liberación de dopamina y noradrenalina [1,3]. Esta mezcla de moléculas explica por qué durante el enamoramiento inicial el mundo parece brillante, las emociones intensas y el corazón acelerado, como si cada encuentro con esa persona amada fuera lo único importante de la vida.

Adicción bioquímica o enamoramiento

Después de superada la chispa química de la atracción, el cerebro inicia una fase obsesiva, donde el principal actor es la serotonina, ya que su función principal es regular el estado de ánimo de las personas [1,2]. Esta disminuye considerablemente debido a que el cerebro le da prioridad a la producción de dopamina, la primera molécula del enamoramiento, y esta disminución provoca que no podamos dejar de pensar en la persona que nos gusta.

Helen Fisher, antropóloga biológica de la Universidad de Rutgers, demostró que el cerebro de las personas enamoradas actúa de manera similar al de las personas con trastorno obsesivo-compulsivo [3]. Esto hace que el enamorado repita una y otra vez los detalles de la persona amada, como un disco rayado; por lo que se podría decir que una persona enamorada tiene un trastorno, pero en versión romántica.

Al mismo tiempo aparece el cortisol, mejor conocido como la hormona del estrés. Esta mo-



lécua se activa por la intensa carga emocional que implica el deseo y la incertidumbre del enamoramiento. Por lo que la bioquímica del amor no solo está asociada con placer y recompensa, ya que el cortisol provoca el insomnio, la pérdida de apetito y el nerviosismo [1,3,4]. Esta mezcla de moléculas hace que los seres humanos perciban al enamoramiento como una situación de euforia y estrés, ya que el cuerpo se encuentra en una situación de alerta, que exige al organismo estar en su máxima atención.

¿Qué pasa después de enamorarnos?: el amor verdadero

Después de terminada la etapa obsesiva mejor conocida como enamoramiento, llega el amor verdadero, una etapa de apego donde se deja de lado la euforia de la atracción y comienza la tranquilidad y estabilidad personal. Esto ocurre debido a que el cerebro no puede mantener indefinidamente los niveles altos de las moléculas de dopamina y cortisol, por lo que esa pasión inicial se transformará en estabilidad para favorecer la crianza, la cual se llevará a cabo por las moléculas del vínculo afectivo y las hormonas oxitocina y vasopresina.

La primera en aparecer es la molécula de los abrazos, la oxitocina. Esta es liberada por el cerebro después del contacto físico, como abrazos, besos, relaciones sexuales e incluso con una simple caricia. Estudios en animales encontraron que la oxitocina facilita la formación de

vínculos al regular la actividad amigdalara, una pequeña estructura del cerebro que se encarga de procesar las emociones, como el miedo y la ansiedad. Por lo que la oxitocina se encarga de reducir la respuesta de alarma de la amígdala frente a lo desconocido, lo que provoca que las personas se sientan confiadas y seguras al lado de su persona amada, generando el apego o amor [1,3].

El sello bioquímico del comportamiento protector y la fidelidad está dado por la vasopresina [1,4]. Un ejemplo de la relevancia de esta molécula se observa en el ratón de campo (*Microtus ochrogaster*), en el cual encontraron niveles elevados de vasopresina asociados a su comportamiento monógamo, es decir, únicamente tienen una sola pareja a lo largo de su vida [4]. De esta manera, la vasopresina contribuye a que el amor no solo sea una emoción pasajera sino un lazo que perdura para toda la vida.

A este escenario se suman las endorfinas, considerados analgésicos naturales del cuerpo humano. Estas moléculas son liberadas por el cerebro durante el contacto físico prolongado, como abrazos, caricias o la convivencia cercana, y activan regiones cerebrales asociadas con la tranquilidad, seguridad y bienestar. De esta forma, reemplazan gradualmente la euforia intensa de la fase inicial del enamoramiento [1,2]. Así, mientras la vasopresina contribuye a sellar el compromiso y la fidelidad, las endorfinas refuerzan ese vínculo con una sensación de serenidad, por lo que la tormenta obsesiva del enamoramiento inicial es reemplazada por un refugio estable que sostiene los lazos del amor a lo largo del tiempo.

Corazón roto o abstinencia bioquímica

Después de una ruptura amorosa, el cerebro experimenta una especie de síndrome de abstinencia. Estudios de neuroimagen han demostrado que durante una ruptura se activan las mismas regiones cerebrales que en la abstinencia de drogas [5]. Esto ocurre porque el cerebro deja de recibir las moléculas de la euforia y el

vínculo, dopamina y oxitocina, lo que provoca desmotivación y tristeza. Así, el cerebro reclama su “dosis” de amor con la misma urgencia con la que un adicto ansía una sustancia. De manera simultánea, los niveles de cortisol, la hormona del estrés, aumentan, agravando cada vez más los síntomas del dolor emocional.

¿Entonces el amor es solo bioquímico?

No únicamente. La bioquímica más bien nos revela el cómo, es decir, los mecanismos moleculares que se asocian con los síntomas y sentimientos detrás del amor. Sin embargo, no explica por qué nos enamoramos de una perso-

na en particular. Aquí entran otras características, como la cultura, personalidad, experiencias y, por supuesto, el azar. El amor, entonces, es como una receta: las moléculas son los ingredientes (figura 1), pero el sabor final (dulce, intenso o amargo) dependen de múltiples factores. Conocer la bioquímica detrás del amor no lo vuelve menos especial; al contrario, nos permite apreciar la complejidad y la belleza de lo que significa amar y ser amados.

Referencias

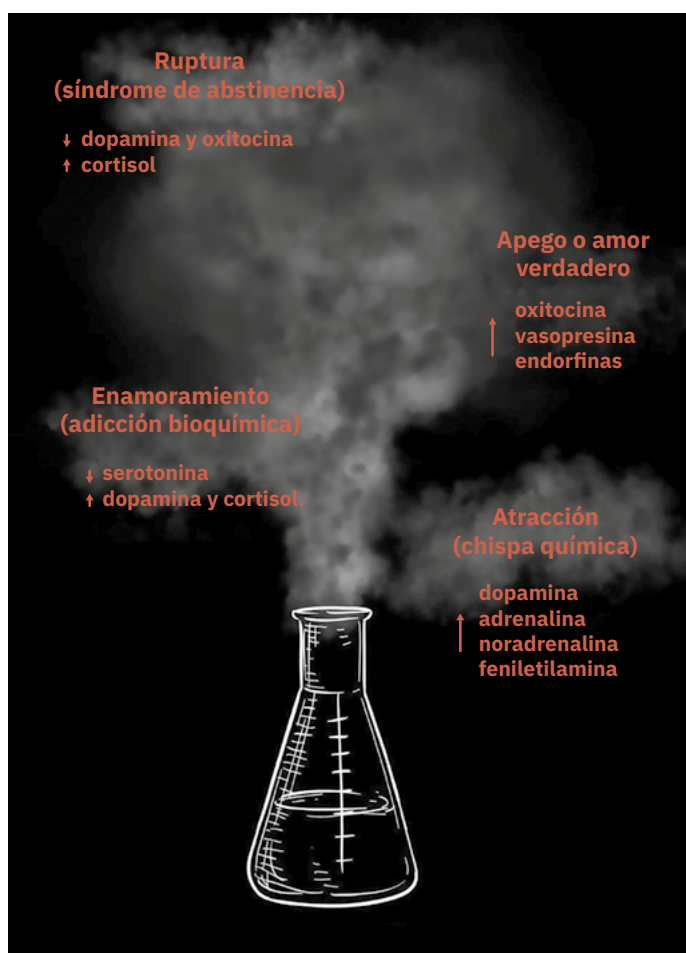
1. Babková J, Repiská G. The Molecular Basis of Love. *Int J Mol Sci*. 12 de febrero de 2025;26(4):1533.
2. Onyinyechi NF, Joseph I, Umaru KI, Umaru IJ. Review: The Biochemistry of Love and Loving. *African Journal of Biochemistry and Molecular Biology Research*. 15 de julio de 2024;1(1):85-100.
3. Neeraj MS, Nirmala BP. The Neurobiology of Love: A Critical Review of Helen Fisher's Why We Love: The Nature and Chemistry of Romantic Love. *Journal of Psychiatry Spectrum*. Septiembre de 2025;4(3):278.
4. Blumenthal SA, Young LJ. The Neurobiology of Love and Pair Bonding from Human and Animal Perspectives. *Biology*. Junio de 2023;12(6):844.
5. Esch T, Stefano GB. The neurobiology of love and addiction: Central nervous system signaling and energy metabolism. *Cogn Affect Behav Neurosci* [Internet]. 4 de agosto de 2025 [citado 22 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3758/s13415-025-01333-w>

Cristian Oswaldo Hernández Ramírez Instituto de Investigación de Ciencias Biomédicas, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Saúl Ramírez de los Santos Instituto de Investigación de Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Hazael Ramiro Ceja-Gálvez Instituto de Investigación de Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Contacto: hazael.ceja@academicos.udg.mx



La bioquímica del amor

Figura 1. La receta bioquímica del amor. Las cuatro etapas clave del amor, son dependientes de las concentraciones de dopamina, cortisol, vasopresina, endorfinas, serotina, adrenalina, noradrenalina, feniletilamina y oxitocina. En conjunto definen cómo nos sentimos en cada fase del amor, desde el flechazo hasta la posible ruptura.

Ejercita tu cuerpo, fortalece tus defensas

Daniel Alejandro Salazar-Gutiérrez

Francisco González-Rodríguez

José Francisco Muñoz-Valle



El sistema inmune es el mecanismo de defensa de nuestro cuerpo frente a microbios, virus y otros agentes dañinos, tanto del exterior como del interior. Está compuesto por células y moléculas especializadas que se comunican e interactúan entre sí para desencadenar lo que se conoce como respuesta inmune [1].

Podemos imaginar al sistema inmune como un ejército bien organizado, encargado de identificar y neutralizar sustancias extrañas, células infectadas o estructuras dañadas. Una de las estrategias clave de este sistema es la inflamación, un proceso en el que se reclutan células inmunitarias, como los macrófagos y los linfocitos, y se liberan proteínas específicas, como las citocinas y los anticuerpos, que permiten coordinar la respuesta con otros tejidos [1].

El ejercicio físico ha demostrado ser un gran aliado del sistema inmune, no solo porque estimula su capacidad protectora, sino también contribuye a su equilibrio. Esta colaboración entre el movimiento y la inmunidad se convierte en una estrategia poderosa para prevenir infecciones, enfrentar el envejecimiento y modular procesos inflamatorios y autoinmunes. Pero... ¿cómo logra el ejercicio hacer todo esto?

Vigilancia activa del sistema inmune

El ejercicio ha sido ampliamente reconocido por su eficacia en la prevención y tratamiento de enfermedades no transmisibles. Sin embargo, cada vez hay más evidencia sobre su efecto positivo frente a infecciones virales [2]. Incluso una sola sesión de ejercicio estimula la movilización de células inmunitarias hacia la sangre, lo que puede interpretarse como una mayor vigilancia frente a posibles amenazas. Además, el ejercicio regular mejora la efectividad de algunas de estas células, como los linfocitos asesinos naturales (NK), que son una de las principales defensas contra infecciones virales y ciertos tipos de cáncer [3] (figura 1).

Se ha observado también que realizar ejercicio de manera regular aumenta la cantidad de anticuerpos en la saliva, principalmente la inmunoglobulina A (IgA) salival, un anticuerpo que representa nuestra primera línea de defensa contra agresores externos. Por ello, la práctica constante de ejercicio se ha asociado con un menor riesgo de enfermarse por infecciones comunes causadas por bacterias o virus, y con una menor mortalidad derivada de estas enfermedades. Sumado a esto, la práctica regular de

ejercicio ha demostrado mejorar la eficacia de diversas vacunas, al aumentar la cantidad de anticuerpos disponibles después de su aplicación [2,3] (figura 1).

Rejuvenecimiento del sistema inmune

Así como nosotros envejecemos, también envejecen nuestras células inmunitarias. Estas células viejas, llamadas senescentes o exhaustas, pierden progresivamente su funcionalidad, responden con menor eficacia ante amenazas y, al mismo tiempo, crean un ambiente de inflamación constante incluso cuando no existe un riesgo real en el organismo. A medida que envejecemos, estas células tienden a acumularse, especialmente en la grasa corporal, lo que contribuye a una mayor susceptibilidad a infecciones, menor eficacia de las vacunas y un mayor riesgo de desarrollar cáncer [3].

El ejercicio físico promueve la movilización de células inmunitarias envejecidas hacia la circulación y evita su acumulación en la grasa corporal; además, mantener una buena salud del corazón y los pulmones facilita su eliminación, al mismo tiempo que favorece la generación de células nuevas y más eficaces frente a peligros [3] (figura 1). Aunque el envejecimiento es inevitable, la práctica regular de ejercicio puede ser una herramienta valiosa para conservar una protección duradera con el paso del tiempo y lograr un envejecimiento saludable.

Inflamación bajo control

Una de las formas en que nuestro sistema inmune actúa es a través de la inflamación, un proceso en el que se liberan proteínas especiales llamadas citocinas. Estas funcionan como señales que atraen otras células defensivas y las activan para enfrentar cualquier riesgo. Entre las células clave en este proceso se encuentran los macrófagos, que pueden atacar el problema mediante una respuesta inflamatoria (respuesta tipo M1), o ayudar a calmarla favoreciendo la reparación (respuesta tipo M2) [1]. En condiciones como la obesidad, los macrófagos tienden a per-

manecer en estado M1, lo que provoca que se libren citocinas de forma constante y promuevan la inflamación. Esto altera el equilibrio del sistema inmune, acelera el envejecimiento de sus células y aumenta el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares [3,4].

El ejercicio ayuda a revertir este desequilibrio, favoreciendo que los macrófagos adopten su estado M2 reparador y contribuyan al control del estado inflamatorio [3]. Además, hacer ejercicio de manera regular reduce la cantidad de proteínas inflamatorias en la sangre, tanto en personas mayores como en quienes viven con enfermedades crónicas [4]. Durante la actividad física también se liberan proteínas con efectos antiinflamatorios, como la interleucina 10, que ayudan a contrarrestar la inflamación persistente y favorecer un ambiente más equilibrado para las células inmunitarias [5] (figura 1).

Equilibrio y regulación de las defensas

Además de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2 o las enfermedades cardiovasculares, donde la inflamación crónica es un factor clave, el sistema inmune también participa en otras situaciones donde puede tomar un papel con mayor protagonismo; tal es el caso del cáncer y las enfermedades autoinmunes.



El cáncer se origina por la acumulación descontrolada de células transformadas que, en muchas ocasiones, forman tumores y pueden invadir otros tejidos del cuerpo. El sistema inmune participa en la vigilancia y eliminación de estas células tumorales a través de los linfocitos NK y otras células inmunitarias. Sin embargo, diversos factores pueden hacer que los tumores evadan la respuesta inmune, como lo es la acumulación de macrófagos M2 asociados a tumores que suprimen la inmunidad y facilitan el crecimiento del tumor [1,3].

Uno de los beneficios que ya se mencionó del ejercicio es la movilización y mejora en la efectividad de los linfocitos NK, que son la principal línea de defensa frente a tumores. Además, el

ejercicio mejora la circulación sanguínea dentro del tumor, lo que facilita que estas células y los medicamentos actúen con mayor eficacia contra las células cancerígenas. En contraste, así como la práctica de ejercicio puede promover que los macrófagos adopten su modo reparador (M2) en la inflamación crónica, también puede frenar este cambio cuando existe un exceso de ellos en el tumor, ayudando a mantener el equilibrio inmunológico necesario para enfrentar distintos tipos de cáncer [3] (figura 1).

Por otro lado, en las enfermedades autoinmunes, el sistema inmunitario pierde la capacidad de diferenciar lo propio de lo extraño y dirige un ataque contra el cuerpo que debería proteger. Este complejo proceso mantiene un estado

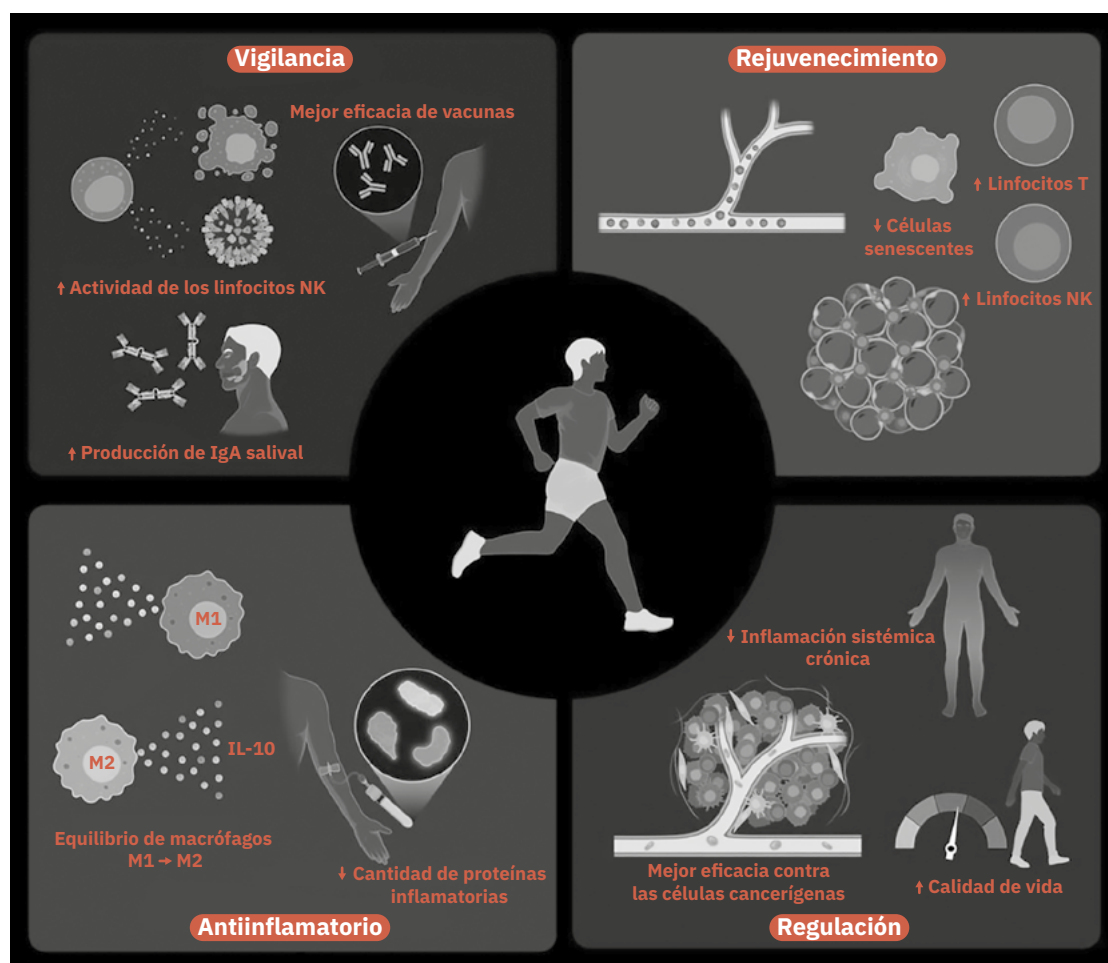


Figura 1. Papel del ejercicio en la regulación del sistema inmune.



de inflamación crónica que alimenta al sistema inmune en un círculo vicioso, lo que provoca daño en los tejidos y deterioro en la calidad de vida [1,5].

Anteriormente se pensaba que el ejercicio podía ser perjudicial en estos casos, pero hoy sabemos que practicado de forma adecuada y regular no solo es seguro, sino que también ayuda a reducir la inflamación y favorece la regulación del sistema inmune [4, 5]. Sumado a esto, uno de los beneficios más valiosos es la mejora de la calidad de vida, donde al disminuir la fatiga, aumentar la movilidad y mejorar la facilidad para realizar actividades cotidianas, permite a quienes viven con estas enfermedades recuperar parte de su independencia y bienestar [5] (figura 1).

Conclusiones

El ejercicio físico no solo entrena tu cuerpo, también fortalece tus defensas al prevenir infecciones, controlar la inflamación crónica y retrasar el envejecimiento celular. Contribuye a mantener un sistema inmune equilibrado y preparado para combatir posibles amenazas sin excederse. De esta manera, el ejercicio se convierte en un gran aliado del sistema inmune y en una herramienta clave para el cuidado de la salud integral en cualquier etapa de la vida, con beneficios incluso para quienes viven

con enfermedades como diabetes tipo 2, cáncer o enfermedades autoinmunes, siempre que se practique de manera adecuada y regular. ¡Nunca es tarde para empezar a ejercitarte y fortalecer tu salud desde adentro!

Referencias

1. Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S. *Inmunología celular y molecular*. 10th ed. Elsevier; 2022.
2. Chastin SFM, Abaraogu U, Bourgois JG, Dall PM, Darnborough J, Duncan E, *et al*. Effects of Regular Physical Activity on the Immune System, Vaccination and Risk of Community-Acquired Infectious Disease in the General Population: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2021;51:1673-86.
3. Yu X, Pei W, Li B, Sun S, Li W, Wu Q. Immunosenescence, Physical Exercise, and their Implications in Tumor Immunity and Immunotherapy. *International Journal of Biological Sciences*. 2025;21:910-39.
4. Magni O, Arnaoutis G, Panagiotakos D. The impact of exercise on chronic systemic inflammation: a systematic review and meta-meta-analysis. *Sport Sciences for Health*. 2025;21:1405-1417.
5. Luo B, Xiang D, Ji X, Chen X, Li R, Zhang S, *et al*. The anti-inflammatory effects of exercise on autoimmune diseases: A 20-year systematic review. *Journal of Sport and Health Science*. 2024;13:353-67.

Daniel Alejandro Salazar-Gutiérrez Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Francisco González-Rodríguez Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG. Doctorado en Farmacología, CUCS, UdeG.

José Francisco Muñoz-Valle Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Contacto: drjosefranciscomv@cucs.udg.mx

Lumbalgia:

todo lo que debes saber acerca
del dolor de espalda baja

Virginia Eloisa Gómez Zamora
Guillermo Eduardo Paredes Castro
Eduardo Gómez Sánchez

¿Qué es la lumbalgia?

Se entiende por lumbalgia al dolor en la parte lumbar de la espalda, también conocida como la espalda baja, ubicada por debajo de las costillas y por encima de los glúteos. Se puede presentar a cualquier edad y casi todas las personas la padecen al menos una vez en la vida [1].

¿Por qué es importante conocer la lumbalgia?

La lumbalgia es la principal causa de discapacidad en todo el mundo. En 2020, el dolor en la espalda baja afectó a 619 millones de personas en todo el mundo y se estima que el número de casos aumente a 853 millones para 2050, debido en gran medida al aumento y envejecimiento de la población [1]. En México la lumbalgia representa entre el 60% y 70% de los motivos de consulta; se estima que el paciente con lumbalgia requiere de 5 a 120 días de incapacidad

y representa el 80% de las indemnizaciones de origen laboral en el país. Además, las creencias erróneas que se tienen acerca de la lumbalgia están asociadas con niveles más altos de dolor, discapacidad, ausentismo laboral y automedicación [2].

Debido al elevado número de casos de lumbalgia que existen, a la tendencia en aumento, además de las consecuencias de la mala información, es necesario que se dé un panorama general y correcto de qué es el dolor lumbar y cómo prevenirlo.

¿Qué cosas pueden estar ocasionando mi dolor lumbar?

En la mayoría de los casos no se puede decir que el dolor se deba a una lesión específica, sin embargo, existen muchos factores que pueden aumentar el riesgo de tener lumbalgia, como lo son: el sexo femenino, el sedentarismo, la obesidad, fumar, factores psicosociales (como pobreza, ansiedad o depresión), golpes, accidentes, ciertas ocupaciones (en construcción o labores manuales), entre otros [3].

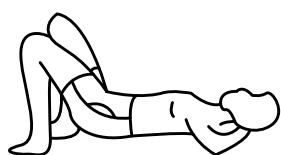
Los expertos llegaron a la conclusión de que los principales movimientos generadores de dolor lumbar son: flexión de la espalda hacia adelante, girar la espalda dejando las piernas quietas, trabajo físico pesado con repetición, trabajo con vibraciones y trabajo en una misma posición mucho tiempo [3].

¿Qué medidas puedo tomar para no tener dolor lumbar?

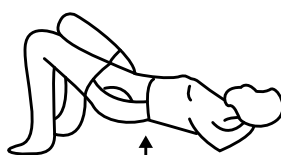
La principal recomendación para prevenir la lumbalgia es mantener una buena actividad física, realizando ejercicio de forma frecuente y manteniendo un estilo de vida saludable, con adecuado peso y evitando fumar [3].

Una opción muy práctica que se puede realizar sin ningún costo o instrumento extra y desde tu casa son los ejercicios de Williams, los cuales aumentan la flexibilidad y fortalecen los músculos de la espalda baja. Se tratan de seis ejercicios que se deben mantener durante 10 segundos cada uno y se deben repetir 15 veces, realizándose por lo menos una vez al día, los cuales se describen a continuación [4,5]:

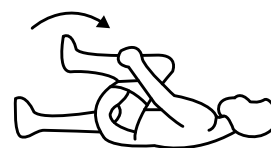
1. **Inclinación de pelvis:** se acuesta boca arriba con las rodillas dobladas y con la planta de los pies en el piso, y se aplana la espalda baja contra el piso.
2. **Puente glúteo:** en la misma posición anterior se despegan los glúteos del piso tratando de contraer el abdomen y los glúteos.
3. **Rodilla al pecho:** acostado boca arriba, con los pies estirados, se levanta una rodilla y se jala con los brazos hacia el pecho. Luego se repite con la otra rodilla.
4. **Rodillas al pecho:** similar al ejercicio anterior, pero jalando hacia el pecho ambas rodillas al mismo tiempo.
5. **Casi sentado:** acostado boca arriba se levanta la cabeza y los hombros como si nos quisiéramos sentar, pero manteniéndonos estáticos a medio camino.
6. **Estiramiento:** sentado con las piernas estiradas sobre el piso nos inclinaremos hacia adelante intentando tocar los dedos de los pies con nuestras manos (sin doblar las rodillas) (figura 1).



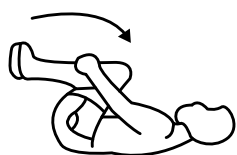
Ejercicio 1



Ejercicio 2



Ejercicio 3



Ejercicio 4



Ejercicio 5



Ejercicio 6

Figura 1. Ejercicios de Williams.

¿Cuándo debo asistir al médico si tengo dolor en la espalda baja?

Antes de cualquier actividad, es muy importante que se realice una evaluación completa en caso de presentar este padecimiento, por lo tanto, es necesario que consulte a su médico para un diagnóstico confiable y así evitar complicaciones.

Algunas banderas rojas que debe tomar en cuenta para acudir lo antes posible al médico son:

- ▶ Si dentro de su historial médico tiene o ha tenido: cáncer, golpes o accidentes, pérdida de peso, inmunodeficiencia (alguna enfermedad que afecte su sistema inmune) u osteoporosis (enfermedad que hace que los huesos se debiliten y se vuelvan frágiles).
- ▶ Si tiene alguno de estos signos o síntomas: fiebre, dolor incrementado al descansar o por la noche, adormecimiento de las piernas, debilidad, sudoraciones por la noche, incapacidad de realizar sus actividades diarias, depresión o ansiedad [3].

Cuidando tu espalda

Como pudiste leer, el dolor lumbar no solo afecta al cuerpo, también impacta la vida diaria y el bienestar general. ¡Así que no lo olvides! Mantenerse activo, cuidar tu postura y ser lo más saludable posible son las mejores herramientas para prevenir el dolor lumbar.

Referencias

1. Lumbalgia. Who.int n.d. 2023. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/low-back-pain>
2. Villa Díaz KG, Loya Martínez JL, Villarreal Ríos E, Escorcia Reyes V, Galicia Rodríguez L, Carballo Santander E. Asociación entre nivel de conocimiento sobre higiene postural, satisfacción laboral e incapacidad prolongada en pacientes con lumbalgia. *Med Segur Trab (Madr)*. 2023;69:40-8. Disponible en: <https://doi.org/10.4321/s0465-546x2023000100005>.



3. Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JWS, Van Zundert J, Cohen SP. Low back pain. *Lancet*. 2021;398:78-92. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)00733-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)00733-9).
4. Sukmajaya W, Alkaff FF, Oen A, Sukmajaya AC. Williams flexion exercise for low back pain: A possible implementation in rural areas. *Open Access Maced J Med Sci*. 2020;8:1-5. Disponible en: <https://doi.org/10.3889/oam-jms.2020.3988>.
5. Dydyk AM, Sapra A. *Williams back exercises*. StatPearls Publishing; 2023.

Virginia Eloisa Gómez Zamora Médico Cirujano y Partero, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Guillermo Eduardo Paredes Castro Médico Cirujano y Partero, CUCS, UdeG.

Eduardo Gómez Sánchez Médico Cirujano y Partero, CUCS, UdeG. Médico especialista en Traumatología y Ortopedia, Hospital Civil de Guadalajara "Fray Antonio Alcalde".

Contacto: eduardo.gomez@cucs.udg.mx

Alineadores invisibles, los brackets de la era moderna



Karla Elizabeth Pérez Paredes
Jacqueline Adelina Rodríguez Chávez
José Luis Meléndez Ruíz

ENE—26

53

POR TU BIENESTAR

La ortodoncia ha experimentado un gran avance con el desarrollo de los alineadores invisibles, una alternativa moderna y estética a los brackets tradicionales. Este tipo de tratamiento ha cobrado relevancia por su comodidad, discreción y eficacia clínica, convirtiéndose en una opción atractiva para pacientes que buscan mejorar su sonrisa sin comprometer su apariencia durante el proceso. El objetivo de este artículo es presentar de manera general qué son los alineadores invisibles, sus principales ventajas y desventajas, así como la importancia de recibir atención especializada para obtener resultados exitosos.

¿Te dijeron que necesitas brackets, pero no te gusta cómo se ven?

No te preocupes, hoy en día los brackets no son la única opción para tratar una maloclusión dental. Una alternativa moderna y estética es el uso de alineadores invisibles, un tratamiento de ortodoncia que ha ganado popularidad en los últimos años.

Pero... ¿qué son los alineadores invisibles?

Los alineadores invisibles están hechos de un material plástico, transparente y removible, lo que los hace discretos, cómodos y casi imperceptibles (figura 1). Son la opción más estética para un tratamiento de ortodoncia [1]. Incluso, existen estudios que indican que este tipo de tratamiento puede

ser menos doloroso que el realizado con brackets tradicionales [2,3].

¿Quién puede usarlos?

Para saber si eres candidato, es fundamental acudir con un especialista en ortodoncia. Esta es una rama de la odontología encargada del diagnóstico, prevención y tratamiento de las maloclusiones dentales (lo que comúnmente llamamos “dientes chuecos”). El ortodoncista valorará tu caso y te pedirá estudios, como radiografías, tomografías (un tipo de radiografía tridimensional que permite ver los dientes y estructuras óseas con mayor detalle) y fotografías clínicas. Si eres candidato, se te realizará un escaneo digital de tus dientes para planificar tu tratamiento. Ahora bien, los alineadores se fabrican de forma personalizada utilizando tecnología digital y se cambian aproximadamente entre 1-2 semanas [1]. Cada uno de ellos realiza movimientos específicos para reposicionar gradualmente tus dientes.

Ventajas de los alineadores invisibles

Existen varias ventajas, entre ellas están la estética, porque son casi imperceptibles, y la co-



Figura 1. Alineadores invisibles.

modidad, ya que no hay alambres ni ligas. Ocasionan menos irritación en encías y labios y se facilita tener una buena higiene, pues, al ser removibles, es más difícil que la comida se quede atorada en comparación a los brackets. Además, se puede seguir utilizando hilo dental como de costumbre a diferencia de los brackets, ya que el arco que conecta los brackets hace que sea más difícil pasar el hilo dental entre los dientes [4]. Otra ventaja es que no existen restricciones de alimentos; es decir, puedes comer palomitas, manzanas, cacahuates o almendras sin preocupación, que son los alimentos que comúnmente prohibimos con los brackets, pues los alineadores se retiran [1].

Desventajas de los alineadores invisibles

No todas las personas son candidatas para un tratamiento con alineadores invisibles. A diferencia de los brackets, que “jalan” los dientes mediante un sistema de alambres y ligas, los alineadores “empujan” de manera controlada y gradual los dientes. Imagina que tus dientes son vagones de un tren desalineado, los brackets son los rieles y el arco son los cables que lo obligan a colocarse en la misma dirección; mientras que los alineadores funcionan como un molde que “empuja” a los dientes a donde deben de ir. Esto significa que ciertos movimientos dentales

pueden ser más fáciles de lograr con brackets, y otros con alineadores. Además, los alineadores requieren un alto nivel de compromiso por parte del paciente. Deben usarse entre 20 y 22 horas al día para que el tratamiento sea efectivo [1].

Aunque sean técnicamente “invisibles”, si tomas bebidas con mucho pigmento como vino tinto o agua de jamaica, con los alineadores puestos, estos pueden cambiar de color. Además, no debes tomar bebidas calientes, como café o té, mientras los usas porque se pueden deformar o inclusive derretir [1]. También, es importante considerar que, en general, los alineadores invisibles suelen tener un costo más elevado que la ortodoncia tradicional con brackets. Por eso, es fundamental que un ortodoncista evalúe tu caso y te indique cuál es la mejor opción para ti.

¿Qué pasa si no los usas el tiempo recomendado?

Como mencionamos anteriormente, es importante utilizarlos entre 20 y 22 horas al día para que el tratamiento funcione correctamente. De lo contrario, tu tratamiento se retrasa o no avanza y los dientes podrían volver a su posición original. Además, es posible que el siguiente par de alineadores no encaje correctamente en tus dientes, ya que los alineadores anteriores no completaron los movimientos necesarios y los dientes no se movieron como debían.

Duración del tratamiento

En algunos de los casos, especialmente donde los movimientos dentales requeridos son leves o moderados, los tratamientos de ortodoncia con alineadores invisibles pueden ser

más rápidos que los realizados con brackets tradicionales. La duración del tratamiento varía según la complejidad de cada caso, pero generalmente oscila entre 6 meses y 2 años [5].

Existen diferentes marcas de alineadores invisibles en el mercado, pero es fundamental que tu tratamiento sea supervisado por un especialista en ortodoncia. Aunque algunas marcas promocionan tratamientos completamente en línea, enviándote los alineadores a través de paquetería y sin consultas presenciales, se debe tener mucho cuidado con este tipo de opciones. Tu salud bucal no debe tomarse a la ligera: un tratamiento mal planificado o sin supervisión profesional puede causar más daño que beneficio. Siempre es recomendable acudir con un ortodoncista certificado que evalúe tu caso de forma personalizada y te dé el seguimiento adecuado.

Si bien los alineadores invisibles suelen tener un costo más elevado que la ortodoncia tradicional con brackets, en algunos centros de formación universitaria es posible acceder a este tipo de tratamiento con tarifas reducidas, bajo la supervisión de especialistas en ortodoncia. Si estas considerando mejorar tu sonrisa, consulta a un ortodoncista y conoce todas tus opciones (figura 2).

Los alineadores invisibles representan una alternativa moderna y estética para corregir maloclusiones dentales. Entre sus principales ventajas destacan la comodidad, la higiene y la apariencia discreta; sin embargo, requieren disciplina y supervisión profesional para lograr resultados exitosos. No todos los casos son candidatos para este tipo de tratamiento, por lo que la valoración por un ortodoncista es fundamental. En definitiva, los alineadores invisibles ofrecen una manera eficaz y

estética de mejorar la sonrisa, siempre y cuando se realicen bajo la guía de un especialista.

Referencias

1. Kobkiatkawin C, Panyayong W, Suphangul S, Thiradilok S. Color stability of clear aligners exposed to various beverages: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):971. doi: 10.1186/s12903-025-06343-1.
2. Budhreja SN, Nanjannawar LG, Agrawal JM, Shetti SS, Fulari SG, Patil HS. Pain perception and sEMG of masticatory muscle in clear aligners vs. Conventional orthodontics: A systematic review and meta-analysis. *Dent Res J*. 2025;22:29. doi: 10.4103/drj.drj_367_24.
3. Hashemi S, Hashemi SS, Tafti KT, Khademi SS, Ariana N, Ghasemi S, *et al*. Clear aligner therapy versus conventional brackets: Oral impacts over time. *Dent Res J (Isfahan)*. 2024;21:6.
4. Ponton E, Rossouw PE, Javed F. Comparison of oral microbial profile among patients undergoing clear aligner and fixed orthodontic therapies for the treatment of malocclusions: An updated review. *Dent J (Basel)*. 2025;13(7):322. doi: 10.3390/dj13070322.
5. Alhamwi AM, Burhan AS, Idris MI, Nawaya FR. Duration of orthodontic treatment with clear aligners versus fixed appliances in crowding cases: a systematic review. *Clin Oral Investig*. 2024;28(5):249. doi: 10.1007/s00784-024-05629-y.



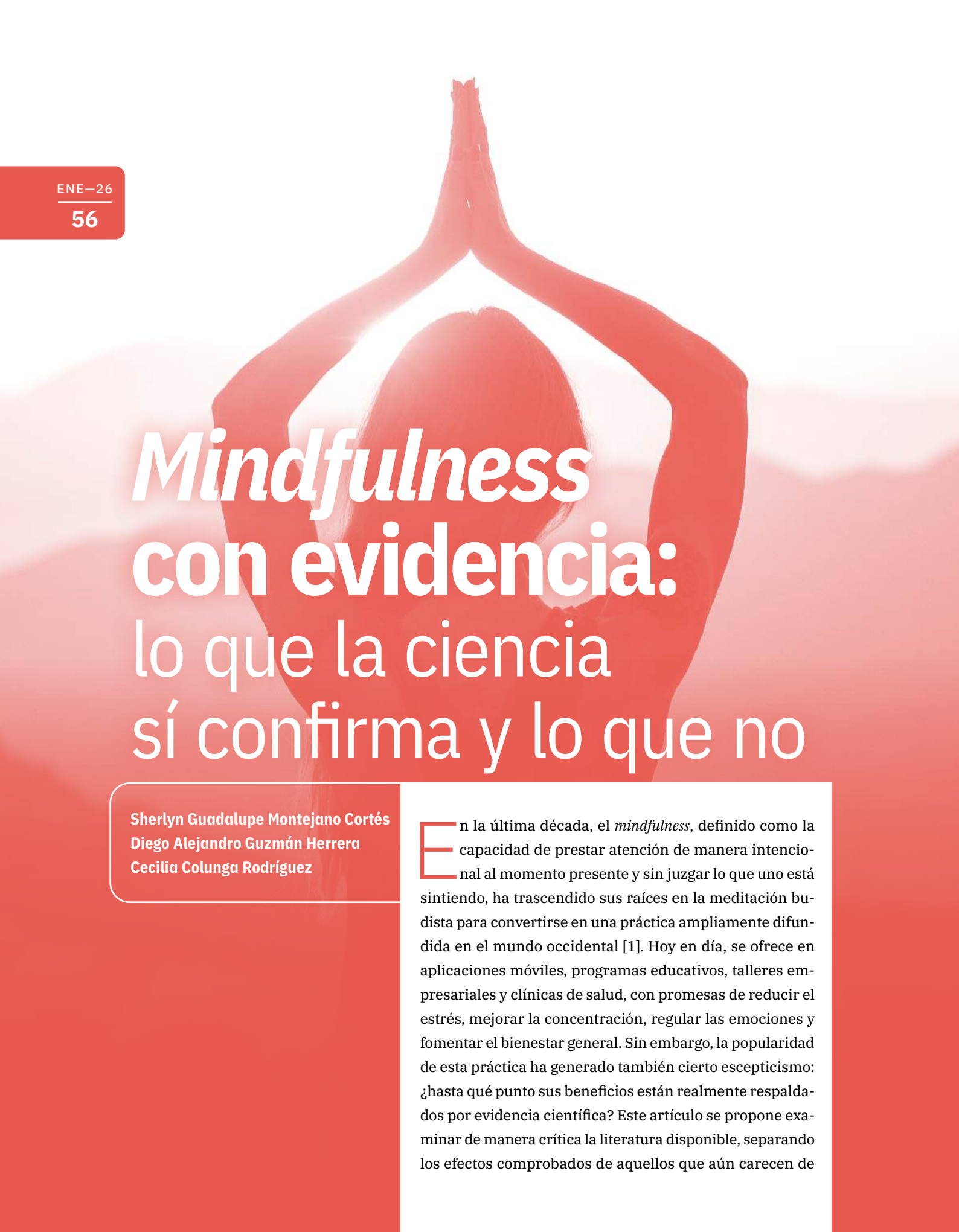
Figura 2. Sonrisa bajo tratamiento de alineadores.

Karla Elizabeth Pérez Paredes Especialidad en Ortodoncia, Departamento de Clínicas Odontológicas Integrales, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Jacqueline Adelina Rodríguez Chávez Departamento de Clínicas Odontológicas Integrales, CUCS, UdeG.

José Luis Meléndez Ruiz Departamento de Clínicas Odontológicas Integrales, CUCS, UdeG.

Contacto: jacqueline.rchavez@academicos.udg.mx



Mindfulness con evidencia: lo que la ciencia sí confirma y lo que no

Sherlyn Guadalupe Montejano Cortés
Diego Alejandro Guzmán Herrera
Cecilia Colunga Rodríguez

En la última década, el *mindfulness*, definido como la capacidad de prestar atención de manera intencional al momento presente y sin juzgar lo que uno está sintiendo, ha trascendido sus raíces en la meditación budista para convertirse en una práctica ampliamente difundida en el mundo occidental [1]. Hoy en día, se ofrece en aplicaciones móviles, programas educativos, talleres empresariales y clínicas de salud, con promesas de reducir el estrés, mejorar la concentración, regular las emociones y fomentar el bienestar general. Sin embargo, la popularidad de esta práctica ha generado también cierto escepticismo: ¿hasta qué punto sus beneficios están realmente respaldados por evidencia científica? Este artículo se propone examinar de manera crítica la literatura disponible, separando los efectos comprobados de aquellos que aún carecen de

respaldo sólido. De este modo, se busca ofrecer al lector información clara y fundamentada, que le permita comprender el alcance real del mindfulness y cómo integrarlo en su vida diaria de manera consciente y basada en evidencia.

Origen y evolución del mindfulness

El mindfulness, o atención plena, tiene sus raíces en las tradiciones contemplativas del sudeste asiático, especialmente en el budismo y el hinduismo. La palabra *mindfulness* proviene del término *pali sati*, que se traduce como “memoria” o “conciencia”, y que en el contexto budista se refiere a la atención plena y la conciencia del momento presente [1].

En la década de los setenta, el médico Jon Kabat-Zinn adaptó estas prácticas tradicionales al contexto occidental al desarrollar el programa *mindfulness-based stress reduction* (MBSR) en la Universidad de Massachusetts [1]. Este programa combinaba meditación, conciencia corporal y yoga, y se diseñó para ayudar a los pacientes a manejar el dolor crónico y el estrés.

Desde entonces, el mindfulness ha ganado popularidad en diversos ámbitos, incluyendo la psicología, la educación y el ámbito laboral. Investigaciones recientes han explorado su aplicación en la mejora de la salud mental, la reducción del estrés y la mejora del bienestar general [2].

Beneficios comprobados por la ciencia

La práctica del mindfulness ha sido ampliamente estudiada y se ha demostrado que tiene efectos positivos en la salud mental y física [2].

Reducción del estrés y la ansiedad

El mindfulness ha demostrado ser eficaz en la reducción del estrés y la ansiedad. Un metaanálisis reciente encontró que las intervenciones basadas en mindfulness tienen un efecto negativo moderado a grande sobre la ansiedad, lo que indica una disminución significativa de los síntomas de ansiedad en diversos grupos de edad y modalidades de intervención [3].

Su práctica ayuda a reducir el estrés porque calma la actividad de la amígdala, que es como el centro de alarma del cerebro, y nos enseña a tomar distancia de nuestros pensamientos y emociones, entendiendo que son solo momentos pasajeros y no realidades absolutas ni peligros inmediatos.

Mejora de la regulación emocional

La práctica del mindfulness contribuye a una mejor regulación emocional, permitiendo manejar las emociones de for-

ma más efectiva. Investigaciones muestran que puede modificar la actividad cerebral relacionada con la regulación emocional, aportando beneficios terapéuticos para ansiedad y depresión [3]. Su práctica incrementa la conciencia emocional y la aceptación. Al ser capaz de observar las emociones sin juzgarlas o reaccionar automáticamente, se activa la corteza prefrontal, lo que facilita una actitud más adaptativa y menos impulsiva.

Beneficios en la salud física

Además de los beneficios psicológicos, el mindfulness puede mejorar la salud física, incluyendo reducción de la presión arterial, alivio del dolor crónico y mejor calidad del sueño [1].

Mejora de la cognición y la atención

El mindfulness también mejora la atención y la función cognitiva. Se ha observado que puede fomentar la creatividad y el pensamiento divergente, indicando beneficios en la función cognitiva. Su entrenamiento fortalece las conexiones neuronales del cerebro que nos ayudan a mantener la atención y a controlar mejor nuestros pensamientos y acciones. Esto se debe a que durante la práctica entrenamos de forma repetitiva para llevar la atención de vuelta al objeto elegido (como la respiración) cada vez que se distrae [2].

Límites y áreas donde la evidencia es reducida

Eficacia variable según el contexto

Aunque el mindfulness muestra beneficios en ciertas poblaciones, su efectividad no está garantizada en todos los contextos. Por ejemplo, en intervenciones escolares universales dirigidas a adolescentes, se ha observado que no logran mejoras consistentes ni significativas en ansiedad, depresión, conducta o bienestar cuando se comparan con grupos control [3]. Esto sugiere que, como estrategia preventiva universal, estas intervenciones podrían no ser tan efectivas como se esperaba.

Efectos adversos y desafíos clínicos

Contrario a la creencia de que el mindfulness es completamente inofensivo, estudios recientes alertan sobre efectos adversos: entre el 6% y el 14% de los participantes en programas de atención plena reportan efectos negativos duraderos, como hiperarousal (estado de alerta excesivo), insomnio o disociación [3]. Esto se ha visto relacionado principalmente con los siguientes factores:

- ▶ Intensidad y duración: las experiencias negativas están más frecuentemente asociadas a prácticas intensivas y prolongadas.
- ▶ Falta de supervisión: la práctica autodirigida, a través de aplicaciones o sin la guía de un instructor calificado, incrementa el riesgo, ya que no hay un profesional que pueda identificar y mitigar una reacción adversa.

Esto destaca la necesidad crítica de diseñar e implementar estas prácticas con mayor cuidado y supervisión profesional, especialmente en contextos clínicos o con poblaciones vulnerables.

Limitaciones metodológicas y heterogeneidad en estudios de dolor crónico

En el manejo del dolor crónico, la evidencia es mixta: los *mindfulness-based interventions* (MBI) parecen aliviar la intensidad del dolor en comparación con controles pasivos, pero no muestran beneficios frente a intervenciones activas ni sobre otros aspectos, como la discapacidad o la interferencia del dolor [4]. Además, muchos estudios presentan alta heterogeneidad metodológica, tamaños de muestra reducidos y efectos modestos, lo que limita la solidez de las conclusiones.

Mitos y creencias populares

“El mindfulness cura todo”

Uno de los mitos más comunes es considerarlo una “cura universal”. Aunque se ha demostrado que puede mejorar el estrés, la atención y la

salud mental, la evidencia no respalda que sea eficaz para todas las enfermedades físicas o psicológicas. Su efecto es complementario, no sustituye otros tratamientos [5].

“Es lo mismo que meditar”

Aunque el mindfulness incluye técnicas meditativas, no son sinónimos. La meditación puede adoptar múltiples formas (trascendental, zen o mantra), mientras que el mindfulness se centra en la atención plena y consciente al momento presente.

“Siempre es beneficioso”

Existe la creencia de que el mindfulness es inofensivo en todos los casos. Aunque sus beneficios son amplios, el mindfulness no es una solución mágica. En individuos vulnerables o sin la guía profesional adecuada, la práctica puede llevar a malestar significativo o la exacerbación de síntomas preexistentes. Por lo tanto, es esencial reconocer la necesidad de una aplicación cautelosa y sensible al contexto de cada persona [5].

“Los beneficios son inmediatos”

Otra idea extendida es que bastan pocas sesiones para obtener cambios profundos. Es cierto que una sola sesión puede inducir sensaciones de calma, reducción momentánea del estrés y una mayor conciencia del presente. Estos son beneficios transitorios que forman parte de la experiencia inicial y ayudan a reforzar la práctica. La realidad es que los beneficios suelen ser progresivos y dependen de la práctica constante, con variaciones individuales en la respuesta.

Conclusiones

El mindfulness ha pasado de ser una práctica oriental a convertirse en un tema de interés mundial en la salud pública, la psicología y hasta en entornos educativos y laborales. La investigación científica confirma que puede ser una herramienta valiosa para el manejo del estrés, la ansiedad y la depresión, además de favorecer la regulación emocional y mejorar la atención.



No obstante, es importante reconocer que no se trata de una solución universal ni de una práctica libre de limitaciones.

Uno de los grandes desafíos actuales consiste en elevar la calidad de la evidencia. Los estudios disponibles poseen limitaciones metodológicas, como muestras pequeñas, ausencia de grupos control o falta de seguimiento a largo plazo, lo que dificulta comprender la magnitud real de sus efectos.

Otro aspecto clave es la seguridad en la práctica. Aunque suele promoverse como una herramienta sin riesgos, cada vez más investigaciones señalan que, en determinadas personas, puede provocar malestar, intensificación de síntomas emocionales o incluso episodios de ansiedad. Esto no implica que el mindfulness sea dañino por sí mismo, sino que su implementación requiere de una guía adecuada y contextos responsables.

De cara al futuro, el mindfulness tiene un gran potencial, si se integra de manera equilibrada y realista como complemento, y no sustituto, de tratamientos médicos o psicológicos; como un recurso de autocuidado accesible, pero con bases científicas sólidas; y como una práctica que puede promover mayor bienestar.

En síntesis, el mindfulness no es un remedio mágico, pero sí representa una oportunidad: aprender a habitar el presente con mayor consciencia, con beneficios tangibles que la ciencia comienza a confirmar.

Referencias

1. Ji M. The Origin of Mindfulness Revisited: A Conceptual and Historical Review. *EWA Proceedings*. 2023;1(1):1-10. Disponible en: <https://www.ewadirect.com/proceedings/lnep/article/view/7413>
2. D'Agostino A, D'Agostino S, D'Agostino G. Effects of mindfulness on test anxiety: a meta-analysis. *Psychol Rep*. 2023;126(1):133-154. doi:10.1177/0033294122111422.
3. Dunning DL, Griffiths K, Kuyken W, et al. School-based mindfulness interventions for adolescents: reanalysis indicates limited benefits. *NPJ Sci Learn*. 2023;8(1):1-11.
4. Hilton L, Hempel S, Ewing BA, Apaydin E, Xenakis LL, Newberry S, et al. Mindfulness-based interventions for chronic pain: an updated systematic review and meta-analysis. *Pain Med*. 2023;24(4):676-694.
5. Goldberg SB, Riordan KM, Sun S, Davidson RJ. The empirical status of mindfulness-based interventions: a systematic review of 44 meta-analyses of randomized controlled trials. *Perspect Psychol Sci*. 2022;17(1):108-130.

Sherlyn Guadalupe Montejano Cortés Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Diego Alejandro Guzmán Herrera Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, CUCS, UdeG.

Cecilia Colunga Rodríguez Departamento de Salud Pública, CUCS, UdeG.

Contacto: cecilia.colunga@academicos.udg.mx

A human brain and several pills are shown on a red background. The brain is at the top, and several pills are scattered below it. The pills are white with a score line. The background is a solid red color.

Cuidando la salud física y mental: una mirada al uso de psicotrópicos en la infancia

Evelyn Nataly Valencia Sosa
Raymundo Escutia Gutiérrez

Los psicotrópicos son medicamentos que actúan sobre el sistema nervioso central, modificando funciones como el estado de ánimo, la percepción y el comportamiento. Se consideran medicamentos controlados y, por lo tanto, su venta requiere receta médica; además, su uso en población infantil debe ser supervisado por especialistas en psiquiatría infantil, también conocidos como paidopsiquiatras, debido a que pueden tener efectos secundarios, requerir ajustes de dosis o causar dependencia.

Estos medicamentos se usan en población infantil cuando hay problemas de salud mental que afectan su bienestar y desarrollo, como la ansiedad, la depresión, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) o la esquizofrenia. En el TDAH ayudan a mejorar la concentración y controlar la impulsividad, mientras que en la esquizofrenia reducen síntomas como alucinaciones o pensamientos confusos, favoreciendo una vida más estable.

En los últimos años se ha visto un aumento en el diagnóstico de trastornos mentales durante la infancia y la adolescencia, lo que ha llevado a un mayor uso de medicamentos psicotrópicos, los cuales pueden tener efectos secundarios, como el aumento de peso.

En México, cuatro de cada diez niñas, niños y adolescentes (NNA) viven con sobrepeso u obesidad, lo que representa un serio problema de salud para la población en general [1]. Esta condición no solo eleva el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas en la edad adulta, como diabetes tipo 2 o problemas del corazón, sino que también puede afectar la autoestima, las emociones y la vida social desde edades tempranas. Por esta razón, es importante identificar cuáles medicamentos tienen mayor impacto en el peso, qué medidas se pueden tomar para prevenirlo desde el inicio del tratamiento y cómo pueden ayudar los profesionales de la salud y las familias. Este artículo revisa las causas del aumento de peso asociado al uso de psicotrópicos y ofrece estrategias para reducir sus efectos.

¿Cuál es la función de los psicotrópicos y por qué se prescriben en población infantil?

Se encargan de regular las sustancias químicas naturales del cerebro conocidas como neurotransmisores, por ejemplo, la serotonina, dopamina y norepinefrina, que influyen en el comportamiento y las emociones [2]. Se dividen en varios grupos:

- ▶ Antidepresivos: para tratar la depresión y trastornos del estado de ánimo.
- ▶ Ansiolíticos: para reducir la ansiedad y el estrés.
- ▶ Estimulantes: para mejorar la concentración en el TDAH.

Su uso en población infantil ha aumentado debido a factores como el incremento en diagnósticos de trastornos psiquiátricos, la mayor disponibilidad de tratamientos farmacológicos y el uso excesivo de dispositivos electrónicos que contribuye al aumento de problemas de salud mental en la infancia.

¿Por qué algunos psicofármacos causan aumento de peso y otros no?

Dentro de los principales efectos secundarios del tratamiento con medicamentos psicotrópicos está el aumento de peso. En la población infantil es especialmente preocupante debido a la alta frecuencia de sobrepeso y obesidad que se presenta en esta etapa.

El aumento de peso se debe a factores como aumento del apetito, cambios en el metabolismo y alteraciones en la regulación de la glucosa. Por ejemplo:

- ▶ Alteraciones en la conducta alimentaria: la olanzapina y la clozapina pueden aumentar el apetito y provocar episodios de atracones.
- ▶ Impacto en el metabolismo: los antipsicóticos y estabilizadores del estado de ánimo pueden afectar la regulación de la glucosa y los lípidos.

- ▶ **Sedentarismo inducido:** la somnolencia y fatiga causadas por ciertos psicotrópicos pueden reducir la actividad física, favoreciendo el aumento de peso.

Sin embargo, no todos los psicotrópicos presentan por igual estos efectos, lo cual es importante al momento de elegir el tratamiento farmacológico. Los que suelen asociarse con menor ganancia de peso:

1. Antipsicóticos:

- ▶ **Aripiprazol:** se ha demostrado que tiene un menor riesgo de aumento de peso.
- ▶ **Lurasidona:** otro antipsicótico atípico con menos impacto en el peso.

2. Antidepresivos:

- ▶ **Fluoxetina:** generalmente no causa aumento de peso significativo.
- ▶ **Sertralina:** presenta menor riesgo de ganancia de peso.

Por el contrario, los que suelen asociarse con mayor ganancia de peso:

1. Antipsicóticos:

- ▶ **Clozapina y olanzapina:** son conocidos por su alta propensión a causar aumento de peso significativo.
- ▶ **Quetiapina y risperidona:** pueden contribuir al aumento de peso, aunque en menor medida.

2. Antidepresivos:

- ▶ **Mirtazapina:** puede aumentar el apetito y favorecer la ganancia de peso.
- ▶ **Paroxetina:** se ha asociado con mayor riesgo de aumento de peso [3].

En cualquier tratamiento con medicamentos es importante analizar el riesgo-beneficio, de manera que siempre se favorezca la seguridad de la persona que los usa. En el caso particular de la población infantil, es importante la participación de los padres o cuidadores a cargo, para informar al médico de cualquier malestar que se presente durante la toma de medicamentos, especialmente cuando impliquen un riesgo para la salud.

El presente artículo se enfoca en el aumento de peso, sin embargo existen otros efectos que deben ser considerados de importancia. La comunicación resulta un elemento clave en este caso.

¿Qué consecuencias puede tener el aumento de peso en estas edades?

Tener exceso de peso desde la infancia aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas en la vida adulta, como diabetes tipo 2, enfermedades del corazón, presión arterial alta, ciertos tipos de cáncer, así como problemas en los pulmones y los riñones.

La obesidad infantil también puede afectar el funcionamiento de distintos órganos del cuerpo. Esto sucede por diferentes razones: cuando hay un exceso de grasa corporal, puede ser difícil respirar, como ocurre en la apnea del sueño (cuando una persona deja de respirar por unos segundos mientras duerme). También puede afectar la postura o provocar problemas en los pies, como el pie plano. Además, la grasa puede acumularse en órganos donde normalmente no debería hacerlo, alterando el metabolismo y provocando una inflamación constante del cuerpo.

El aumento de peso puede provocar estigma y discriminación en el entorno familiar, escolar o en los servicios de salud. Estas experiencias pueden afectar su bienestar emocional, contri-



buyendo al desarrollo de ansiedad, depresión, baja autoestima, trastornos de la conducta alimentaria y una menor calidad de vida.

Abordar de manera efectiva la obesidad infantil requiere primero comprenderla como un problema complejo que va más allá del peso corporal e involucra factores biológicos, emocionales y sociales [4].

¿Qué pueden hacer los padres y profesionales de salud?

En el caso que se requiera administrar un tratamiento con medicamentos psicotrópicos en población infantil, es importante que el médico valore, en la medida de lo posible, el uso de medicamentos con menor impacto sobre el peso y el metabolismo. Además, se recomienda el acompañamiento de un profesional en nutrición para monitorear el estado nutricional des-

de el inicio del tratamiento y con ello prevenir un aumento de peso significativo.

Existen varias estrategias basadas en el estilo de vida que pueden ayudar a prevenir o reducir el aumento de peso. En México, las Guías Alimentarias para la Población Mexicana ofrecen orientaciones claras y prácticas para fomentar una alimentación saludable. Algunas recomendaciones son:

- ▶ Incluir frutas y verduras todos los días, de preferencia frescas y de temporada.
- ▶ Consumir leguminosas como frijoles, lentejas y habas, que son ricas en fibra y proteína vegetal.
- ▶ Elegir cereales integrales o de grano entero, como avena, arroz y maíz, en lugar de harinas refinadas.
- ▶ Disminuir el consumo de carnes rojas y embutidos, prefiriendo proteínas como huevo, pescado, pollo o leguminosas.



Figura 1. Cuidado integral de la salud mental en niñas, niños y adolescentes. Elaboración propia.



- ▶ Evitar alimentos ultraprocesados (papitas, pan dulce o cereales de caja), optando por productos sin sellos o con el menor número posible.
- ▶ Beber agua natural durante el día, en lugar de refrescos, jugos o bebidas azucaradas.
- ▶ Promover el movimiento diario: caminar, bailar, jugar o cualquier actividad física que aleje del sedentarismo.
- ▶ Compartir los alimentos en familia y hacer partícipes a los niños en la planeación y preparación de las comidas.

Estas acciones, además de mejorar la salud física, fortalecen el bienestar emocional y la convivencia familiar [5].

Conclusiones

El uso de medicamentos psicotrópicos en la infancia puede ser necesario para tratar diversos trastornos mentales, pero también implica riesgos, como el aumento de peso, que debe ser vigilado con el objetivo de prevenir el desarrollo de otras enfermedades, como la obesidad, la cual afecta tanto a nivel físico como emocional y social.

Padres, cuidadores, profesionales de la salud e incluso el propio paciente deben colaborar estrechamente para elegir tratamientos con el menor impacto a la salud y fomentar hábitos saludables desde el inicio. Una alimentación equilibrada, actividad física regular y acompañamiento emocional son pilares clave para proteger la salud y el bienestar infantil.

Finalmente, atender el aumento de peso asociado al uso de psicotrópicos en la infancia requiere mucho más que un tratamiento médico. Implica acompañar a los niños desde diferentes frentes: cuidar su salud física, brindar apoyo psicológico, fortalecer el entorno familiar y promover una red social que los comprenda y respalde. Solo con este enfoque conjunto es posible favorecer un crecimiento saludable y

una buena calidad de vida. Reconocer este reto como una responsabilidad compartida nos invita a mirar con empatía y compromiso la salud mental infantil, y a construir soluciones que realmente transformen su futuro.

Referencias

1. Shamah-Levy T, *et al.* Sobrepeso y obesidad en población escolar y adolescente. *Salud Publica Mex.* 2024;66:404-413. Disponible en: <https://doi.org/10.21149/15842>
2. Pérez-Porto J, Merino M. *Psicotrópico. Qué es, clasificación, definición y concepto.* 2023. Disponible en: <https://definicion.de/psicotropico/>
3. McIntyre RS, Kwan ATH, Rosenblat JD, Teopiz KM, Mansur RB. Psychotropic drug-related weight gain and its treatment. *Am J Psychiatry.* 2024;181(1):26-38. doi:10.1176/appi.ajp.20230922
4. Rubino F, Cummings DE, Eckel RH, Cohen RV, Wilding JPH. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2025 Jan;13(1):19-34. doi:10.1016/S2213-8587(24)00316-4.
5. Secretaría de Salud; Instituto Nacional de Salud Pública; Grupo Intersectorial de Salud, Alimentación, Medio Ambiente y Competitividad; UNICEF. *Guías alimentarias saludables y sostenibles para la población mexicana, 2023.* México: SSA, INSP, GISAMAC, UNICEF; 2023.

Evelyn Nataly Valencia Sosa Departamento de Psicología, Educación y Salud, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.

Raymundo Escutia Gutiérrez Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.

Contacto: raymundo.escutia@academicos.udg.mx



Alimentos que favorecen la desinflamación: un enfoque nutricional en la recuperación de lesiones de atletas de alto rendimiento

Luis Felipe González Arellano
Gildardo Gembe Olivarez
Juan José Rivera Valdés

Inflamación en las lesiones

La inflamación funciona como una alarma interna de nuestro sistema de defensa (sistema inmunológico) del cuerpo que se activa cuando detecta una amenaza, como si fuera una señal de emergencia que pone en marcha al equipo de defensa y reparación. Esta respuesta natural desencadena una serie de cambios biológicos, cuyo objetivo es eliminar cualquier agente extraño que pueda causar una enfermedad infecciosa y, al mismo tiempo, reparar el tejido que haya resultado dañado. Algunos de estos cambios son el aumento de flujo sanguíneo, el reclutamiento de células que ayudarán al cuerpo humano a combatir infecciones y otras enfermedades. En la zona afectada, esto se manifiesta con enrojecimiento, calor, hinchazón, dolor y una pérdida parcial o completa de la función. Existen dos tipos de inflamación: aguda y crónica. La primera es caracterizada por una duración breve, filtración de líquido desde los vasos sanguíneos hacia los tejidos cercanos y, por ende, la presencia de líquido acumulado, es decir, una hinchazón en la parte afectada. Por otro lado, en la inflamación crónica tiene mayor duración e incluye la evolución y el desarrollo de nuevos vasos sanguíneos, además de la producción excesiva de colágeno e incluso la muerte celular [3,4,5].

La inflamación es una de las múltiples consecuencias que tiene una lesión, la cual puede ser de tipo muscular, esguince, distensión, fractura, entre otras. Estos tipos de lesiones tienen diferentes causas, como el entrenamiento intenso o el sobreentrenamiento, la falta de acondicionamiento físico, una mala técnica o un movimiento en falso que provoque una lesión para el atleta de alto rendimiento.

Atletas de alto rendimiento y su riesgo a lesionarse

Un atleta de alto rendimiento se define como una persona que dedica una cantidad considerable de tiempo a su preparación para la alta

competencia, el nivel de competición se caracteriza por altos estándares de rendimiento y una gran preparación física y mental [1]. Algunos deportes en los que se solicita tal exigencia son: atletismo, fútbol soccer, fútbol americano, tenis, baloncesto, natación, ciclismo, boxeo, artes marciales, gimnasia, entre muchos otros incluidos en competencias de élite. Esta dedicación implica cargas de entrenamiento regulares y de alta intensidad, lo que los vuelve más vulnerables a lesionarse.

Existen factores de riesgo que incrementan la probabilidad de un atleta de contraer una lesión; estos se dividen en dos: 1) internos: relacionados con el deportista, van desde la edad, el género, la composición corporal y la anatomía; y 2) externos: también llamados ambientales, están relacionados con los contrincantes, los compañeros, el clima, la superficie donde se desarrolla el entrenamiento o competencia y el equipo utilizado. Otros factores son las lesiones previas que generan una especie de cicatriz interna en el músculo, dando como resultado una reducción del rango de movimiento y una menor flexibilidad y fuerza en la zona, sobre todo si no se realizó una correcta rehabilitación. La fatiga también es un factor a considerar. Los elementos que la detonan son los viajes, el cambio de zonas horarias, la falta de recuperación, la privación del sueño y un calendario de partidos (o competencias) congestionado (menos de 96 horas entre un compromiso y otro) [2].

En la actualidad, la importancia de que un atleta se mantenga libre de lesiones radica en el rendimiento del equipo (al menos en deportes de élite) [2]. Podríamos decir que, a menor tasa de lesiones, mayor tasa de éxito en competencias.

Alimentos en pro de la desinflamación

Ante esta problemática, ¿cómo desde la nutrición podemos abonar a la recuperación de una lesión en un atleta de alto rendimiento? Exis-

ten diversos alimentos con propiedades desinflamatorias gracias a sus componentes. Uno de ellos es la miel que ha demostrado efectos positivos en contra de la inflamación y el estrés oxidativo, un tipo de daño interno que ocurre cuando se acumulan ciertas sustancias que el propio cuerpo produce, afectando la estructura y contenido de la célula. Esta condición desencadena un estado inflamatorio. La miel, gracias a sus propiedades antioxidantes, modula o suprime las funciones de proteínas que controlan el crecimiento y actividad de otras células del sistema inmune. La cantidad y calidad de estas propiedades antioxidantes presentes en los polifenoles (compuestos que se encuentran en algunos alimentos y han mostrado diversos efectos terapéuticos) se debe a diversos factores, como condiciones climatológicas, la región geográfica, el origen floral y el tipo de abeja que fabrica la miel. Se pueden aprovechar mejor estos compuestos cuando se consumen junto con azúcares, como la glucosa o la fructosa, además

de grasas saludables y antioxidantes. En cambio, si se combinan con mucha fibra dietética, minerales como el calcio y con comidas ricas en proteínas, como las carnes, huevos o legumbres, su efecto puede ser menor [3].

Otro alimento es el jengibre (*Zingiber officinale*) ya sea en forma de jugo, té o extracto. Se ha demostrado que regula el proceso oxidativo e inflamatorio, e incrementa la eficacia de los leucocitos o también llamados glóbulos blancos fundamentales como parte del sistema inmune. Los terpenos derivados del jengibre junto a sus principales componentes bioactivos, como el gingerol, shoagol, zingerona y el paradol, inhiben la respuesta proinflamatoria del cuerpo, aumentando así las proteínas que promueven la desinflamación. Estas, a su vez, pueden ayudar al cuerpo a defenderse mejor contra sustancias que favorecen la inflamación. Entre otros beneficios que se les atribuyen a estos componentes están el alivio del dolor, efectos contra tumores cancerígenos, el control del azúcar en la sangre, y, más recientemente, la protección del cerebro y del sistema nervioso.

La curcumina es un componente natural proveniente de la cúrcuma (*Cúrcuma longa*) y que tiene efectos antiinflamatorios gracias a su regulación en mediadores sobre los mediadores, los cuales son una especie de mensajeros que actúan sobre los vasos sanguíneos y las células inflamatorias, por lo tanto, son los encargados de comenzar una respuesta inflamatoria en el cuerpo humano después de una lesión o golpe fuerte. Además, ha mostrado actividad antioxidante [5], la cual tiene una estrecha relación con la actividad antiinflamatoria.

Conclusiones

Durante un proceso de lesión se debe tener en cuenta la ejecución de estrategias nutricionales que favorezcan la recuperación del atleta de alto rendimiento. La incorporación de alimentos con propiedades antiinflamatorias en la dieta diaria de esta población es de suma importancia para





evitar una inflamación crónica que entorpezca el proceso natural de recuperación del atleta, promoviendo así el correcto e íntegro regreso a la exigente preparación para la competencia. En este contexto, diversos estudios respaldan el uso estratégico de ciertos alimentos funcionales, como la miel, el jengibre y la cúrcuma (curcumina), cuyos componentes bioactivos tienen la capacidad de modular vías inflamatorias clave y reducir el estrés oxidativo, lo que contribuye a acelerar la recuperación del tejido dañado en atletas lesionados.

Referencias

1. Campa F, Coratella G. Athlete or non-athlete? This is the question in body composition. *Front Physiol.* 2021;12:814572. doi: 10.3389/fphys.2021.814572. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2021.814572/full>
2. Calleja-González J, Mallo J, Cos F, Sampaio J, Jones MT, Marqués-Jiménez D, Mielgo-Ayuso J, Freitas TT, Alcaraz PE, Vilamitjana J, Ibañez SJ, Cuzzolin F, Terrados N, Bird SP, Zubillaga A, Huyghe T, Jukic I, Lorenzo A, Loturco I, Lago-Peñas C. A commentary of factors rela-

ted to player availability and its influence on performance in elite team sports. *Front Sports Active Living.* 2022;4:1077934. doi: 10.3389/fspor.2022.1077934. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9885271/pdf/fspor-04-1077934.pdf>

3. Ranneh Y, Akim AM, Hamid HA, Khazaai H, Fadel A, Zakaria ZA, Albujja M, Bakar MFA. Honey and its nutritional and antiinflammatory value. *BMC Complement Med Ther.* 2021;21(1):30. doi: 10.1186/s12906-020-03170-. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7807510/pdf/12906_2020_Article_3170.pdf
4. Ayustaningwarno F, Anjani G, Ayu AM, Fogliano V. A critical review of Ginger's (*Zingiber officinale*) antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory activities. *Front Nutr.* 2024;11:1364836. doi: 10.3389/fnut.2024.1364836. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11187345/pdf/fnut-11-1364836.pdf>
5. Peng Y, Ao M, Dong B, Jiang Y, Yu L, Chen Z, Hu C, Xu R. Anti-inflammatory effects of curcumin in the inflammatory diseases: Status, limitations and countermeasures. *Drug Des Devel Ther.* 2021;15:4503-4525. doi: 10.2147/DDDT.S327378. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8572027/pdf/dddt-15-4503.pdf>

Luis Felipe González Arellano Licenciatura en Nutrición, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Gildardo Gembe Olivarez Doctorado en Ciencias en Biología Molecular en Medicina, CUCS, UdeG.

Juan José Rivera Valdés Instituto de Nutrigenética y Nutrigenómica Traslacional, CUCS, UdeG.

Contacto: juan.riverav@academico.udg.mx

Uso responsable de antibióticos:

compromiso con la salud individual y comunitaria

Rebeca Michelle Campos Hernández
Daniela Guzmán Uribe
Carmen Celina Alonso Sánchez

Aunque los antibióticos revolucionaron el mundo de la medicina en el siglo XX, hoy enfrentamos una amenaza creciente, ya que su uso inadecuado genera bacterias resistentes, lo cual podría conducirnos a una era en la que las infecciones, incluso las comunes, sean nuevamente mortales. ¿Cómo evitarlo? La clave está en un uso responsable de los medicamentos.

¿Qué son los antibióticos y por qué son tan importantes?

En 1929 se revolucionó el mundo de la medicina con el descubrimiento de la penicilina, abriendo camino al manejo de las enfermedades generadas por bacterias. Desde entonces, se han desarrollado muchísimas familias de medicamentos médicos contra infecciones que hoy utilizamos para combatir bacterias, hongos, parásitos y virus [1].

Los antibióticos son sustancias que actúan contra bacterias que causan enfermedades. Funcionan alterando su

estructura y funcionalidad, como lo sería una llave a una cerradura específica [1]. Sin embargo, su uso adecuado tanto de pacientes y como de profesionales de la salud es clave para reducir la capacidad del microbio para defenderse ante los antibióticos [2].

Por lo que, cuando nos recetan un tratamiento de este tipo, no solo se trata de eliminar una infección, sino también los efectos que su uso pueda tener en el cuerpo, ya que usarlos sin necesidad o de forma incorrecta puede disminuir su efecto o no generar el efecto deseado, por consiguiente será más difícil tratar la enfermedad en el futuro. Por eso debemos seguir puntualmente las indicaciones del profesional de salud [3].

A veces, cuando los síntomas disminuyen o empezamos a sentirnos bien, pensamos que ya estamos curados y dejamos de tomar el antibiótico. Sin embargo, algunas bacterias pueden quedar “dormidas” y, al no recibir la dosis completa, se fortalecen ante los medicamentos y aprenden a resistir sus efectos. Es como si una carrera se detuviera antes de llegar a la meta; el microbio aprovecha este descuido para recuperarse y volverse más fuerte.



La resistencia a los medicamentos: un enemigo silencioso

Cuando los antibióticos se usan de manera incorrecta, las bacterias desarrollan mecanismos para defenderse. A esto se le llama resistencia a los antibióticos. Con el tiempo, estas bacterias se vuelven capaces de evadir el efecto de los antibióticos, volviéndolos ineficaces; es decir, se hacen más resistentes y el medicamento no logra su función. Según la Organización Mundial de la Salud, este fenómeno causa alrededor de 700 000 muertes al año y podría alcanzar los 10 millones en 2050 [3].

Adherencia al tratamiento: una herramienta clave

El apego al tratamiento, o también conocido como “apego terapéutico”, se refiere a qué tanto seguimos las indicaciones médicas u odontológicas, ya que seguirlas correctamente puede marcar la diferencia entre un tratamiento exitoso y uno que no funcione al nivel esperado [4].

Existen muchos factores que influyen en si un paciente sigue o no el tratamiento. Entre ellos están el apoyo familiar, el nivel socioeconómico, la confianza en la capacidad de su médico o dentista, la duración de la consulta, el nivel de escolaridad, el estado civil o la falta de entendimiento de las indicaciones por parte de los padres o cuidadores, etc. Se ha observado que cuando el paciente confía en el profesional de la salud y en el tratamiento propuesto, el nivel de apego tiende a mejorar [3].

¿Qué podemos hacer como pacientes?

Con lo anterior, es importante seguir de forma correcta las indicaciones cuando se nos receta un antibiótico. De esta manera, el medicamento podrá cumplir su función adecuadamente y ayudaremos a prevenir la resistencia antimicrobiana.

Para lograrlo, podemos seguir algunas recomendaciones sencillas que hacen una gran diferencia en nuestra salud:

- ▶ Recuerda no tomar medicamentos sin indicación, ni suspender el tratamiento antes de tiempo.
- ▶ Asegúrate de leer bien la receta o las instrucciones.
- ▶ Toma el medicamento a la hora indicada, con o sin alimentos, según se te indique.
- ▶ Puedes usar alarmas, notas o fichas de apoyo, como la que se muestra en la figura 1, algún registro visual o pedir ayuda a un familiar para no olvidar ninguna dosis.

Conclusiones

Usar correctamente los antibióticos no solo es una forma de cuidar tu salud y la de los demás; implica también un acto de responsabilidad colectiva. Cada dosis correcta protege no solo tu salud, sino también la de todos. Consulta un profesional de la salud.

¿Tomaste tu medicamento hoy?

Este recuadro debe ser por el profesional de la salud tratante:

Nombre del paciente: _____
 Fármaco: _____ Presentación: _____
 Dosis: _____
 Frecuencia
 1 vez al día (24h): _____ 2 veces al día (12h): _____
 3 veces al día (8h): _____ 4 veces al día (6h): _____
 Ingerir con _____
 Agua: _____ Leche/Jugo: _____

Marca aquí si tomaste tu medicamento

Período del tratamiento	Hora de la toma	¿Tomado?
Día 1	_____	<input type="radio"/>
Día 2	_____	<input type="radio"/>
Día 3	_____	<input type="radio"/>
Día 4	_____	<input type="radio"/>
Día 5	_____	<input type="radio"/>
Día 6	_____	<input type="radio"/>
Día 7	_____	<input type="radio"/>

Figura 1. Ficha de apoyo para el seguimiento de la toma de antibióticos.
 Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Ejemplo de registro visual para mejorar la toma de los medicamentos.

Referencias

1. Ferrando N, Pino-Otín MR, Ballester D, Lorca G, Terrado EM, Langa E. Enhancing Commercial Antibiotics with Trans-Cinnamaldehyde in Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria: An In Vitro Approach. *Plants*. 2024 Jan 1;13(2).
2. Requejo-Bustamante AP, Perona-Miguel de Priego GA. Nivel de conocimiento en estudiantes de pregrado de odontología sobre prescripción de analgésicos, antiinflamatorios y antibióticos en odontopediatría. *Revista Científica Odontológica*. 2023 Dec 28;11(4).
3. Teutli Mellado M, Campos Rivera NH, Espinosa de Santillana IA, Flores Olvera DMC, Alcázar Olán J, García Flores R. *Factores asociados a la adherencia al tratamiento en estomatología* [Internet]. Puebla: Universidad Iberoamericana; 2023. Disponible en: www.academiajournals.com.
4. Saila O, De Salud D. Uso racional de los antibióticos en proceso dentales. *INFAC*. 2021;29:1-9.

Rebeca Michelle Campos Hernández Residente de la Especialidad en Odontopediatría, Centro Universitario de los Altos (CUAAltos), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Daniela Guzmán Uribe Profesora de la Especialidad en Odontopediatría, CUAAltos, UdeG.

Carmen Celina Alonso Sánchez Profesora de la Especialidad en Odontopediatría, CUAAltos, UdeG.

Contacto: carmen.alonso@cualtos.udg.mx

Garrapatas bajo la lupa: la verdad detrás de Lyme

Norma Patricia Adan-Bante
Mónica Guadalupe Matuz Flores
César Muñoz-Bacasehua

¿Sabías que algo tan pequeño puede tener un gran impacto en la salud humana? Las garrapatas son consideradas parásitos porque viven a costa de otro ser vivo, al que llamamos huésped. Asimismo, por vivir en el exterior del cuerpo se definen como ectoparásitos. A simple vista pueden parecer inofensivas, pero al adherirse a la piel, la perforan y succionan la sangre (llamados hematófagos) sin aportar ningún beneficio al huésped; al contrario, pueden causar molestias, irritación e incluso transmitir enfermedades desde crónicas incapacitantes hasta agudas que pueden causar la muerte. Existen varias especies de garrapatas que pueden estar infectadas por bacterias, virus o parásitos. Estas garrapatas infectadas pueden actuar como “vehículos” (vector) que transportan estos microorganismos desde un animal infectado hasta un nuevo huésped, incluidos los humanos. De acuerdo con diversas investigaciones, se ha reportado que las garrapatas pueden transmitir más de 50 tipos de enfermedades a los humanos en el mundo.

Es importante resaltar que las garrapatas, debido a su tamaño, pueden pasar desapercibidas y adherirse a la piel sin causar dolor; esto las convierte en un enemigo silencioso. Por ello, conocer qué son, cómo viven y qué riesgos pueden implicar resulta fundamental para protegernos y entender enfermedades, entre ellas Lyme, que ha cobrado relevancia en distintas regiones del mundo y de nuestro país [1].

¿Qué es la enfermedad de Lyme?

La enfermedad de Lyme es una infección producida por la bacteria *Borrelia*, la cual se clasifica en tres especies: *Borrel-*

ia burgdorferi sensu stricto, *Borrelia garinii* y *Borrelia afzelii*. La bacteria vive en el intestino de algunas garrapatas infectadas y, cuando estas muerden a un animal o a una persona, transmite la bacteria por medio de su saliva e ingresa al organismo del nuevo huésped. El periodo de alimentación de la garrapata en el huésped debe de ser al menos de 24 horas para infectar al humano o animal con la bacteria (figura 1) [2].

La enfermedad de Lyme es una enfermedad de distribución mundial y se han reportado más casos en regiones de Estados Unidos, Canadá y Europa. Además, en los últimos años se han reportado casos en América Latina, principalmente en zonas con climas templados y boscosos, donde habitan garrapatas capaces de transmitir la bacteria. Estos hallazgos han despertado el interés de médicos y científicos, ya que demuestran que no se trata de un problema lejano, sino de una realidad que también puede afectar a nuestra población, por tal motivo, es importante considerar las garrapatas como un vector de enfermedad, evitar transportarla a nuestra casa y reconocer los principales signos y síntomas en la etapa temprana de la enfermedad [3].

Síntomas característicos y diagnóstico de la enfermedad de Lyme

La enfermedad de Lyme se considera una gran imitadora de otras enfermedades comunes, presentando signos y síntomas como fiebre, dolor de cabeza, cansancio crónico, debilidad general, dolores musculares o articulares, dolores en la espalda media o baja; en algunas ocasiones, pueden presentar cambios de humor, depresión, molestias a la luz, sudoraciones nocturnas, malestar general y cuadros gripales. Por tal motivo, la enfermedad de Lyme puede ser subdiagnosticada y ser tratada como otras enfermedades, especialmente cuando las zonas urbanas o suburbanas no están identificadas como zonas endémicas o de alto riesgo por garrapatas. En el caso de presentar estos síntomas y acudir a atención médica, es importante mencionar si practican actividades recreativas o de trabajo

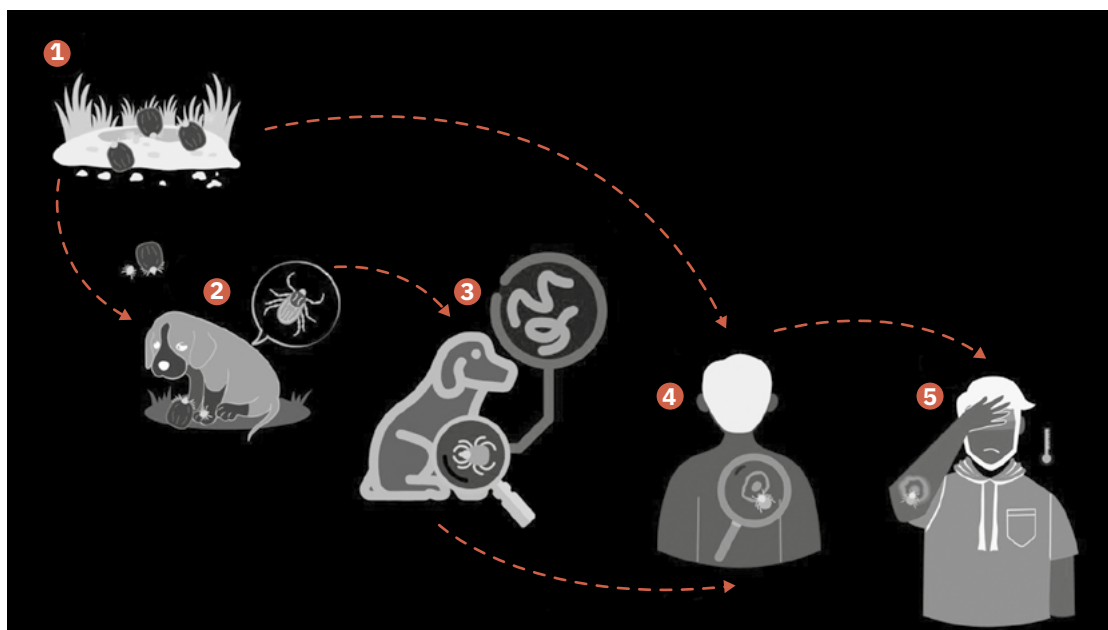


Figura 1. Ciclo de transmisión de la enfermedad de Lyme. (1) Las garrapatas se desarrollan en el ambiente, (2) al alimentarse de animales (vehículo de transmisión) estos transmiten la bacteria, (3) estos animales pueden convertirse en reservorios de la infección, (4) la garrapata puede picar directamente al humano introduciendo la bacteria en su organismo, (5) finalmente, la persona infectada desarrolla síntomas como fiebre, malestar y lesiones características en la piel.

que impliquen contacto con zonas boscosas o animales con presencia de garrapatas. Un signo muy característico es la aparición de una mancha roja en la piel con forma de anillo, que se localiza alrededor de la zona donde la garrapata se adhirió. Esta señal suele aparecer días después de la mordedura de la garrapata y es la principal alerta de que la bacteria podría estar ocasionando la infección en el individuo.

El diagnóstico de la enfermedad de Lyme se realiza mediante el historial médico y estudios especializados por el laboratorio clínico. Ello se debe a que los estudios rutinarios de laboratorio no reflejan la enfermedad. El primer estudio a realizarse es la detección de antígeno-anticuerpo, es decir, poner en contacto una pequeña parte del cuerpo de la bacteria con la sangre del paciente que presenta proteínas especiales que se defienden ante la presencia del intruso y se observan a través de una reacción química. El estudio se llama detección de anticuerpos contra *Borrelia burgdorferi* por el método ELISA (por sus siglas en inglés, *enzyme-linked immunosorbent assay*), el cual permite determinar la enfermedad

en tiempo presente (IgM) o pasado (IgG). Este método informa la condición de salud y funciona como una “lupa química” que busca en la sangre las defensas (anticuerpos de clase IgG e IgM) que produce nuestro cuerpo cuando se enfrenta a un proceso infeccioso. El método ELISA es considerado un indirecto debido a que se buscan las señales o huellas que esta deja en el sistema inmune. Si los anticuerpos reaccionan contra *Borrelia burgdorferi*, significa que el organismo ha tenido contacto con la bacteria [2,4].

Reconocer la enfermedad de Lyme en la fase temprana e iniciar con un tratamiento oportuno evita el desarrollo de secuelas importantes, tales como problemas articulares, cardíacos, complicaciones del sistema nervioso central, pérdida de memoria y parálisis parcial de los músculos faciales como efecto secundario a largo plazo, convirtiéndose en una enfermedad incapacitante.

Cuidados y prevención

Prevenir que nos muerda una garrapata es la forma más efectiva de evitar la enfermedad de

Lyme. Aunque las garrapatas tienden a ser muy pequeñas y difíciles de detectar, hay ciertas medidas que podemos tomar cuando visitamos zonas de riesgo en las que podemos encontrar o estar en contacto con garrapatas.

Una de las principales recomendaciones para prevenir las picaduras de garrapatas es utilizar ropa adecuada, preferentemente de color claro, que facilite su detección, además de pantalones largos, camisas de manga larga y zapatos cerrados, los cuales actúan como una primera barrera de protección. Una práctica útil consiste en colocar el pantalón dentro de los calcetines, lo que dificulta que las garrapatas trepen y pasen inadvertidas. También, es fundamental el uso de repelentes para mantenerlas alejadas, los cuales pueden aplicarse tanto en la piel expuesta como en la ropa. Además, al regresar de una caminata o actividad en el campo, se recomienda realizar una revisión minuciosa del cuerpo y de la ropa, ya que las garrapatas suelen esconderse en zonas como las axilas, detrás de las rodillas, la cintura o el cuero cabelludo. Revisar y sacudir la ropa, así como ducharse tras la exposición, son medidas sencillas pero efectivas que pueden marcar la diferencia en la prevención de enfermedades transmitidas por estos vectores.

Si a pesar de las medidas preventivas una garrapata llega a adherirse a la piel, es fundamental retirarla de manera adecuada. Para hacerlo, lo más recomendable es emplear pinzas de punta fina, sujetándolas lo más próximas posible a la superficie de la piel y extrayéndolas con un movimiento firme y recto, sin girar ni aplastar al parásito. Una vez retirada, la zona debe limpiarse cuidadosamente con agua y jabón, y luego desinfectarse. Es importante evitar métodos caseros, como aplicar fuego, aceites o alcohol sobre la garrapata, ya que estas prácticas pueden provocar que libere más saliva y, con ella, agentes infecciosos [5].

Con estos cuidados sencillos, es posible reducir de manera significativa la probabilidad de contraer la enfermedad de Lyme y otras infecciones transmitidas por garrapatas. La prevención, en este caso, es nuestra mejor herramienta de protección.

Conclusiones

Las garrapatas, a pesar de su diminuto tamaño, no deben subestimarse. Su capacidad de transmitir la bacteria que causa la enfermedad de Lyme las convierte en un riesgo real para la salud, incluso en México, donde ya se han reportado casos. Poner a las “garrapatas bajo la lupa” nos permite reco-

nocerlas como un parásito que puede ser portador de una enfermedad grave si no se reconoce a tiempo. La prevención, la vigilancia y la atención temprana son nuestras mejores defensas. Hay que recordar que una simple picadura puede tener consecuencias importantes; nos invita a no restar importancia al peligro de las garrapatas y a mantenernos informados.

Referencias

1. Coburn J, Garcia B, Hu LT, Jewett MW, Kraiczy P, Norris SJ, *et al.* Lyme Disease Pathogenesis. *Current Issues in Molecular Biology*. 2022;473-518.
2. Smith RP. Lyme Disease. *Ann Intern Med*. Mayo de 2025;178(5):ITC65-80.
3. Lucca V, Nuñez S, Pucheta M, Radman N, Rigonato T, Sánchez G, *et al.* Lyme Disease: A Review with Emphasis on Latin America. *Microorganisms*. 13 de febrero de 2024;12(2):385.
4. Mahajan V. Lyme disease: An overview. *Indian Dermatol Online J*. 2023;14(5):594.
5. Lantos PM, Rumbaugh J, Bockenstedt LK, Falck-Ytter YT, Aguero-Rosenfeld ME, Auwaerter PG, *et al.* Clinical Practice Guidelines by the Infectious Diseases Society of America, American Academy of Neurology, and American College of Rheumatology: 2020 Guidelines for the Prevention, Diagnosis, and Treatment of Lyme Disease. *Neurology*. 9 de febrero de 2021;96(6):262-73.

Norma Patricia Adan-Bante Departamento de Ciencias Químico Biológicas y Agropecuarias, Campus Navojoa, Universidad de Sonora.

Mónica Guadalupe Matuz Flores Departamento de Ciencias Químico Biológicas y Agropecuarias, Campus Navojoa, Universidad de Sonora.

César Muñoz-Bacasehua Departamento de Ciencias Químico Biológicas y Agropecuarias, Campus Navojoa, Universidad de Sonora.

Contacto: cesar.munoz@unison.mx

Suplementos alimenticios y ejercicio:

lo que debes saber antes de consumirlos

Georgina Ruiz Bautista

Valeria León García

María de Lourdes López Flores

ENE—26

75

POR TU BIENESTAR

El consumo de suplementos deportivos ha crecido notablemente en los últimos años, especialmente entre quienes buscan mejorar su rendimiento físico o composición corporal [1]. Estos productos incluyen vitaminas, minerales, aminoácidos (componentes básicos de las proteínas que permiten que nuestro cuerpo crezca, se repare y funcione correctamente) y otros compuestos que pueden aportar beneficios si se utilizan correctamente [2]. No obstante, la falta de supervisión profesional y la automedicación aumentan el riesgo de efectos negativos.

En los gimnasios, por ejemplo, es común ver a jóvenes, regularmente hombres, tomando polvos de proteína, creatina o bebidas energéticas, creyendo que “más es mejor”. Aunque estos productos pueden ayudar si se usan correctamente, muchas veces se consumen sin saber la cantidad adecuada ni los riesgos que implican. Tomar demasiado de cualquier suplemento puede afectar la salud y causar problemas que no se ven de inmediato, pero que pueden aparecer con el tiempo [2]. Algunos suplementos incluso

contienen sustancias ilegales o contaminantes que representan un peligro para la salud, como los esteroides anabólicos que son sustancias sintéticas que imitan los efectos de la testosterona (hormona sexual masculina) y se usa para aumentar músculo [1]. Por ello, es importante conocer sus posibles efectos negativos y cómo prevenirlos.

¿Qué problemas pueden causar los suplementos?

Problemas en el hígado y el equilibrio del cuerpo

Algunos suplementos contienen sustancias que imitan hormonas, como los esteroides, que algunas personas usan para aumentar su masa muscular rápidamente. Esto puede dañar el hígado y alterar el equilibrio de hormonas en el cuerpo, causando cambios en el ánimo, el sueño o incluso problemas físicos a largo plazo, como aumento de músculo, acné, hinchazón, disminución del tamaño de los testículos, crecimiento de vello corporal en lugares inusuales, etc. [3].

Problemas del corazón

Algunos suplementos contienen estimulantes (aquellos que aumentan temporalmente la energía, la concentración y el ritmo del corazón), como la cafeína, que pueden hacer que el corazón lata más rápido o se sienta acelerado. En casos graves, esto podría causar problemas más serios. Por ejemplo, alguien que toma demasiada cafeína para rendir más en el gimnasio podría sentir palpitaciones (cuando el corazón late más rápido, fuerte o diferente a lo normal), mareos o cansancio extremo [1,5].

Malestares del estómago

El uso excesivo de suplementos también puede causar problemas en el estómago y los intestinos. Esto puede pasar porque a veces el cuerpo no los tolera, no los digiere bien o se mezclan mal con otros nutrientes que ya estás consumiendo. Es común que aparezcan dolor abdominal, gases, diarrea o náuseas [3]. Esto sucede, por ejemplo, si alguien toma mucho polvo de proteína de golpe sin mezclarlo bien o sin comer suficientes alimentos naturales que lo ayuden a digerirlo.



Dolores y problemas musculares

Consumir suplementos como creatina, aminoácidos o estimulantes en exceso puede generar dolor en músculos, debilidad o incluso una enfermedad grave llamada rabdomiólisis (complicación rara pero grave, asociada al consumo excesivo de suplementos en contextos de ejercicio intenso) que pueden afectar especialmente los riñones [5]. Esto no es común, pero demuestra que incluso productos muy populares pueden ser peligrosos si no se usan correctamente.

¿Quiénes suelen consumir suplementos?

Los jóvenes, especialmente los hombres que van al gimnasio, son quienes más suelen tomar suplementos para aumentar su masa muscular o mejorar su apariencia [4]. Sin embargo, el consumo también depende de la educación y el conocimiento sobre nutrición: las personas que saben más sobre salud y alimentación tienden a usar más productos, pero también suelen hacerlo con más cuidado.

Los adolescentes son un grupo especialmente vulnerable. Muchos comienzan a tomar suplementos desde los 16 años sin conocer los riesgos ni las dosis adecuadas. Además, la publicidad y los modelos corporales promovidos en redes sociales influyen fuertemente en su consumo. Por eso, es importante educarlos y supervisarlos para que no dañen su salud [1,4].

Suplementos más usados

Los suplementos más populares son los polvos de proteína, la creatina (suplemento para aumentar fuerza, potencia o músculo), los multivitamínicos (contienen varias vitaminas y minerales en una sola pastilla, cápsula o tableta) y las barritas energéticas diseñadas para dar energía rápida, especialmente antes, durante o después del ejercicio físico. [4]. Los jóvenes suelen buscarlos para mejorar su apariencia y ganar músculo, mientras que los adultos los usan más para cuidar su salud y mantenerse activos.

Tabla 1. Beneficios y riesgos reportados en los suplementos más comunes

Suplemento	Beneficios	Riesgos asociados
Proteína en polvo	Ayuda a aumentar y mantener el músculo; apoya la recuperación después del ejercicio.	Algunos productos pueden tener ingredientes dañinos o no declarados; tomar de más puede causar molestias digestivas.
Vitaminas y minerales (multivitamínicos)	Evitan faltas de nutrientes cuando la alimentación no es suficiente.	Tomarlos sin necesitarlo puede causar daño; no previenen enfermedades como se suele creer.
Creatina	Ayuda a mejorar la fuerza y el rendimiento en deportes de alta intensidad.	Puede causar malestar estomacal o retención de líquidos; no es recomendable sin supervisión, sobre todo en jóvenes.
Aminoácidos (BCAAs)	Apoyan a cuidar el músculo y recuperarse después de entrenar intensamente.	Su efectividad es variable; en exceso pueden causar molestias digestivas.
Cafeína	Aumenta la energía, concentración y resistencia.	Puede causar insomnio, nerviosismo y aceleración del corazón; aumenta el riesgo en adolescentes.
BCAAs: <i>branched chain amino acids</i> (aminoácidos de cadena ramificada)		

Aunque estos productos pueden complementar la alimentación, no reemplazan una dieta balanceada ni hábitos saludables, como comer frutas y verduras, beber suficiente agua y dormir bien. Además, siempre es importante revisar que los productos sean confiables y no contengan ingredientes peligrosos [1-5]. En la tabla 1 se presentan algunos suplementos comunes, sus beneficios y riesgos asociados [1-5].

Recomendaciones para un consumo seguro

- Consulta siempre con un profesional de la salud o un nutricionista antes de tomar cualquier suplemento. Los multivitamínicos deben ser personalizados, según las necesidades individuales, ya que puede que tu dieta sea suficiente para cubrir con tus requerimientos de vitaminas, minerales, proteína, etc. [1].
- Prioriza una dieta basada en alimentos enteros y variados como base de una nutrición adecuada. Los suplementos solo deben complementar [1].
- Respeta la dosis indicada y no aumentes la cantidad por moda o presión social. No siempre más es mejor, podría jugarte en contra [5].
- Evita productos de procedencia dudosa, sin certificación o con ingredientes desconocidos, en específico aquellos que no tengan información visible, que se vendan en paquetes sospechosos o que prometan resultados milagrosos en poco tiempo [4].
- Observa cómo te sientes al usar suplementos y detén el consumo si aparecen síntomas adversos [1].
- Cuida a los adolescentes y jóvenes, explicándoles los riesgos y supervisando su consumo [1,3].

Por ejemplo, un adolescente que toma proteínas, creatina y bebidas energéticas para rendir más en el gimnasio puede empezar a sentir pal-

pitaciones, insomnio (problemas para dormir de manera adecuada o suficiente) y malestar estomacal. Solo con la guía de un profesional puede ajustar las dosis y complementar con una alimentación adecuada, evitando riesgos innecesarios.

Conclusiones

Los suplementos alimenticios pueden ser útiles si se usan de manera correcta, pero su abuso o consumo sin supervisión puede causar problemas graves en el corazón, estómago, hígado y músculos [1-5]. Los jóvenes y adolescentes son especialmente vulnerables, por lo que la educación nutricional desde edades tempranas puede reducir el uso indiscriminado de suplementos. Priorizar alimentos naturales, respetar las dosis y elegir productos confiables son medidas clave para proteger la salud. Así, los suplementos pueden ser un complemento seguro, ayudando al bienestar y al rendimiento sin poner en riesgo el cuerpo. Es importante recordar que la evidencia actual respalda el uso de suplementos solo en casos específicos y bajo supervisión.

Referencias

1. Galman A, Chikhaoui M, Bouhrim M, Eto B, Shahat AA, Herqash RN, *et al.* Fitness y suplementos dietéticos: un estudio transversal sobre prácticas alimentarias y nutrivigilancia. *Nutrients*. 2024 nov 15;16(22):3928.
2. Yousef Nami S, Barghi A, Shahgolzari M, Salehian M, Haghshenas B. Mechanism of action and beneficial effects of probiotics in amateur and professional athletes. *Food Sci Nutr*. 2024;13:1-11.
3. Luo H, Kamalden TFT, Zhu X, Xiang C, Nas-haruddin NA. Advantages of different dietary supplements for elite combat sports athletes: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. *Sci Rep*. 2025 jan 10;15:1-12.
4. Philips CA, Theruvath AH, Ravindran R, Chopra P. Proyecto de proteína ciudadana: análisis de



suplementos de proteínas populares vendidos en el mercado indio. *Medicine (Baltimore)*. 2024 abr;103(14):e37724.

5. O'Connor EA, Evans CV, Ivlev I, Rushkin MC, Thomas RG, Martin A, Lin JS. Suplementos de vitaminas y minerales para la prevención primaria de enfermedades cardiovasculares y cáncer: revisión sistemática. *JAMA*. 2022 jun 7;327(23):2334-47.

Georgina Ruiz Bautista Pasante de la Licenciatura en Nutrición, Universidad Guadalajara Lamar.

Valeria León García Pasante de la Licenciatura en Nutrición, Universidad Guadalajara Lamar.

María de Lourdes López Flores Profesora e investigadora, Universidad Guadalajara Lamar.

Contacto: marialopez@lamar.edu.mx

13 de enero: Día Mundial de la Lucha contra la Depresión

Dalia Gallegos Damián

Alexis Missael Vizcaíno Quirarte

Y si esa tristeza que no se va? ¿Si ese cansancio emocional y esa falta de motivación fueran más que un mal día? Cuando las actividades que disfrutábamos pierden sentido o una melancolía nos envuelve, quizá estamos ante la depresión: una condición auténtica que merece atención y empatía. La depresión afecta a más de 280 millones de personas en el mundo, alterando profundamente la forma en que pensamos, sentimos y actuamos.



Contexto histórico

La depresión no es nueva: desde la “melancolía” de Hipócrates hasta la psicología contemporánea, ha acompañado al ser humano en distintas épocas. Fue hasta mediados del siglo XX, tras las guerras mundiales, cuando comenzó a entenderse como una condición con raíces biológicas, psicológicas y sociales. En 1992, diversas organizaciones de salud mental establecieron el 13 de enero como el Día Mundial de la Lucha contra la Depresión, con el objetivo de generar conciencia, fomentar el diálogo abierto sobre la depresión y promover su reconocimiento como un problema de salud que requiere atención y apoyo adecuados.



Relevancia científica y social

El reconocimiento de la depresión como un problema de salud pública ha permitido comprender que el sufrimiento emocional no es un defecto individual, sino el reflejo de experiencias humanas marcadas por pérdidas, desigualdades y soledad.



Impacto en la vida actual

Cada 13 de enero se conmemora el Día Mundial de la Lucha contra la Depresión, una fecha para recordar que nadie debe atravesar esa experiencia en soledad y que pedir ayuda es un acto de valentía. El Día Mundial de la Lucha contra la Depresión busca impulsar la creación de espacios seguros donde las personas puedan expresar su vulnerabilidad sin temor al juicio, recordando que cuidar la salud mental es tan importante como cuidar nuestro cuerpo.

Dalia Gallegos Damián Doctorado en Psicología de la Salud, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Alexis Missael Vizcaíno Quirarte Doctorado en Psicología de la Salud, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG). Departamento de Ciencias Sociales, CUCS, UdeG.



15 de enero de 1965: la primera vacunación contra el sarampión en humanos

Pablo Michael Navarro Rodríguez

En 1965, una pequeña inyección cambió la historia. El sarampión, un virus que mataba cada año a millones de niños, encontró su primera barrera gracias a la visión del virólogo John F. Enders. El 15 de enero su equipo logró inmunizar con éxito a humanos mediante una vacuna atenuada, demostrando que la ciencia podía adelantarse a la enfermedad.



Contexto histórico

Durante la década de los cincuenta, los hospitales del mundo estaban repletos de niños enfermos de sarampión. Enders, junto con Thomas Peebles y Samuel Katz, buscó debilitar el virus hasta hacerlo inocuo, pero aún capaz de generar defensas (un proceso llamado *atenuación viral*). Así nació la cepa Edmonston B, base de la vacuna que se aplicó por primera vez en 1965 en Boston (Estados Unidos).



Relevancia científica y social

Este logro no solo controló una de las enfermedades más contagiosas, sino que impulsó el desarrollo de otras vacunas virales y fortaleció la confianza en la inmunización como pilar de la salud pública mundial.



Impacto en la vida actual

Hoy, el sarampión es prevenible con la vacuna triple viral (SRP), aplicada de forma rutinaria en la infancia. Sin embargo, los recientes brotes recuerdan la importancia de mantener la vacunación y de seguir defendiendo el valor de la ciencia como escudo frente a la desinformación.

Pablo Michael Navarro Rodríguez Doctorado en Ciencias en Biología Molecular en Medicina, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG). Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Día Internacional del Cáncer Infantil: “Curar a más, cuidar a todos”

Ramón Francisco Bajeca Serrano

■ Puede una fecha ser significado de esperanza científica y humana? Cada año 400 000 niños, niñas y adolescentes a nivel mundial desarrollan cáncer infantil. Por ello, cada 15 de febrero se conmemora el Día Internacional del Cáncer Infantil, representado por un lazo dorado como símbolo de fortaleza y llamado a la sociedad mundial para visibilizar los desafíos médicos, sociales y emocionales que enfrentan los menores de edad y sus familias.



Contexto histórico

La iniciativa fue promovida en 2002 por la organización Childhood Cancer International (CCI) en Luxemburgo, y respaldada por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Su objetivo es concientizar sobre el cáncer pediátrico y atender las necesidades prioritarias de tratamiento y cuidado, especialmente en países de ingresos bajos y medios, donde la tasa de supervivencia es menor al 30%, en contraste con el 80% en países de ingresos altos.



Relevancia científica y social

A nivel global, el cáncer infantil representa menos del 1% de todos los cánceres. En México,

es la primera causa de muerte por enfermedad en menores de 5 a 14 años. Los tipos más comunes son leucemia linfoblástica aguda, tumores cerebrales y linfomas. Esta efeméride ha impulsado la investigación colaborativa en oncología pediátrica e iniciado campañas de diagnóstico temprano y tratamientos más eficaces.



Impacto en la vida actual

En 2018 la OMS y el Hospital de Investigación Infantil St. Jude lanzaron una iniciativa global para apoyar a los gobiernos en el desarrollo de programas de calidad contra el cáncer infantil, con la meta de alcanzar una tasa de supervivencia del 60% para el año 2030. Hoy, el lazo dorado nos recuerda la urgencia de eliminar barreras de inequidad y garantizar que los avances científicos lleguen a cada niño, niña o adolescente que los necesite. Este día representa un punto de convergencia entre sociedad, ciencia y política para proteger el futuro de la infancia.

Ramón Francisco Bajeca Serrano Doctorado en Ciencias de la Nutrición Traslacional, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara.

16 de marzo de 1928: nace Nancy Wexler, genetista que descubrió el gen de la enfermedad de Huntington



Camila Constanza Suárez Márquez

Te imaginas vivir sabiendo que una enfermedad hereditaria podría arrebatarte lentamente el control de tu cuerpo y tu mente? Ese fue el destino que marcó la vida y la misión de Nancy Wexler, nacida el 16 de marzo de 1928, una de las científicas más influyentes en la historia de la genética moderna.



Contexto histórico

A mediados del siglo XX, la genética humana apenas comenzaba a entender los secretos del ADN. En ese panorama de incertidumbre científica, la familia Wexler enfrentó una tragedia personal: la madre de Nancy padecía la enfermedad de Huntington, un trastorno neurodegenerativo incurable que afecta el movimiento, la conducta y la cognición. Impulsada por el dolor, Wexler decidió dedicar su vida a comprender la causa de ese mal.

En 1979, dirigió un equipo internacional que viajó a Lago Maracaibo, Venezuela, donde una comunidad presentaba una de las concentraciones más altas del mundo de esta enfermedad. Tras años de trabajo, en 1983, el grupo de Wexler logró identi-

car el gen responsable del Huntington, marcando un antes y un después en la genética médica.



Relevancia científica y social

El descubrimiento de Nancy Wexler permitió no solo la creación de pruebas diagnósticas y consejería genética, sino que abrió las puertas a nuevas líneas de investigación en neurociencia, herencia y terapia génica. Su trabajo estableció el modelo de cómo abordar enfermedades genéticas complejas y demostró el poder del compromiso humano detrás de la ciencia.



Impacto en la vida actual

Hoy, la investigación en terapias génicas para el Huntington continúa gracias al legado de Wexler. Su historia nos recuerda que la ciencia también nace del amor, la empatía y la esperanza de transformar la herencia del sufrimiento en conocimiento y cura.

Camila Constanza Suárez Márquez Médico pasante del Servicio Social, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara.

Departamento de Alimentación y Nutrición: ciencia, salud y bienestar al servicio de la sociedad

Ana Cristina Ruelas Mata
Sergio Gamaliel Lupercio López
Guillermo González Estevez

En un mundo donde más de la mitad de las enfermedades prevenibles se relacionan con la alimentación y los estilos de vida, la nutrición se alza como un cimiento esencial para el bienestar colectivo. En este escenario, surge el Departamento de Alimentación y Nutrición en el Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), el primero en toda la Red Universitaria de la Universidad de Guadalajara dedicado exclusivamente a estas áreas de conocimiento. No es solo un logro institucional; es un reflejo de la evolución en la comprensión de la salud, donde la alimentación se entiende como ciencia, cultura y política pública.

Que este departamento pionero naciera en el CUCS no es casualidad, sino coherencia. Aquí convergen la investigación biomédica, la formación de profesionales de la salud y el vínculo directo con la comunidad, constituyendo el terreno natural para sembrar una visión innovadora sobre alimentación, nutrición y bienestar. Esta apuesta estratégica no solo fortalece la formación y la investigación al interior del centro universitario, sino que también sienta un precedente e inspira a que otros espacios académicos multipliquen esfuerzos orientados a la seguridad alimentaria, la educación nutricional,

la investigación traslacional y la promoción de estilos de vida saludables en todo Jalisco.

Su creación fue el resultado del esfuerzo conjunto de una comunidad académica comprometida con el futuro de la salud alimentaria. El proyecto surgió de una visión compartida y del trabajo colaborativo entre docentes, jefaturas y personal administrativo, quienes con dedicación lograron consolidarlo como una iniciativa de alto impacto. Este esfuerzo contó con el respaldo institucional y con el liderazgo del Dr. Ricardo Villanueva Lomelí, cuya visión permitió posicionar la salud y la alimentación como ejes fundamentales del bienestar social dentro de la Universidad de Guadalajara.

Dicen que todo proyecto nuevo empieza con ilusión, pero pocas veces se habla de lo que falta al principio. En nuestro caso, lo esencial no estaba disponible: formatos, accesos a plataformas, información completa del personal y presupuesto. Sin embargo, ahí estaba lo más valioso: la disposición del profesorado y de todas las áreas para que esto funcionara. Entre improvisaciones, aprendizajes y trabajo colaborativo, comenzamos a construir paso a paso este proyecto académico que se ha convertido en una historia de ingenio y resiliencia.





Al mirar atrás, entendemos que nacer desde lo esencial no fue una desventaja, sino el origen de una identidad: la de un equipo que sigue aprendiendo a crear soluciones, abrir camino e impulsar un proyecto que inició con una enorme convicción colectiva.

En ese contexto, las actividades que se desarrollan hoy brillan aún más. Como un tejido fino donde cada hilo aporta resistencia y propósito, el trabajo del departamento continúa fortaleciendo la formación, la investigación y el compromiso comunitario, reconociendo y ampliando el camino que antes se construía desde otros espacios. En las aulas, los estudiantes aprenden a traducir evidencia científica en acciones reales: desde la elaboración de planes alimentarios y proyectos de educación nutricional hasta el análisis crítico de políticas públicas relacionadas con la seguridad alimentaria. En los laboratorios, la teoría se vuelve experiencia tangible: se evalúan alimentos, se estudian casos reales y se exploran alternativas sostenibles que buscan fortalecer la salud poblacional.

Pero el latido más profundo ocurre fuera del aula. Las brigadas nutricionales en escuelas, talleres para familias, asesorías comunitarias en prevención de enfermedades crónicas y programas de intervención alimentaria muestran cómo el conocimiento puede caminar, conversar, escuchar y transformar. Una clase que enseña a un niño a preparar un refrigerio saludable o una orientación para una persona con diabetes sobre cómo organizar su alimentación no son solo actividades académicas, son semillas de bienestar que pueden cambiar trayectorias de vida.

Te invitamos a mantenerte cerca y ser parte activa de esta historia que sigue tomando forma. Nos encontramos en el Edificio N, planta baja y ponemos a tu disposición nuestras plataformas oficiales: Instagram (@dan_cucs) y Facebook (Departamento de Alimentación y Nutrición), y nuestro sitio web (dan.cucs.udg.mx), para seguir nuestras actividades, proyectos y alianzas estratégicas. Ahí podrás conocer de primera mano cómo cada iniciativa se integra a un propósito mayor: nutrir mentes, transformar hábitos y promover salud desde una visión científica, humanista y con impacto real en la comunidad.

El Departamento de Alimentación y Nutrición se construye desde una visión de bienestar social, entendiendo que avanzar hacia un futuro más saludable nunca ha sido tarea de pocos. Se trata de un proyecto colectivo cuyo mejor ingrediente es la participación de todas y todos.

Ana Cristina Ruelas Mata Licenciada en Nutrición, maestrante en Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

Sergio Gamaliel Lupercio López Pasante de la Licenciatura en Nutrición, CUCS, UdeG.

Guillermo González Estevez Jefe del Departamento de Alimentación y Nutrición, CUCS, UdeG.

Contacto: guillermo.estevez@academicos.udg.mx

Dra. Mary Fafutis Morris

El destino científico escrito en una carta

VOCES DE LA CIENCIA

Mi destino estaba escrito, aunque no en las estrellas, sino en una hoja de papel. En segundo de secundaria, un examen vocacional dictaminó que mis aptitudes eran para la investigación biomédica. Yo tenía 13 años y no comprendía del todo lo que eso significaba; solo sabía que me fascinaba la biología, los organismos microscópicos y todo aquello que se movía bajo la lente de un microscopio. Años después, aquel resultado que mi madre guardó entre sus papeles cobraría sentido y marcaría la ruta de toda mi vida académica.

Me decidí por el área médico-biológica y más tarde ingresé a la carrera de Químico Farmacobiólogo en la UNAM. Era una época distinta: no había internet, ni redes sociales, y el estudio era el centro de todo. Cuando me encontraba en los últimos semestres, varios de mis profesores me repetían la misma frase: “usted debería dedicarse a la investigación”.

Aquellas palabras despertaban algo dentro de mí; me recordaban la voz de aquella orientadora vocacional que, sin saberlo, había descrito mi porvenir. Mi servicio social en el laboratorio de cardiología y neumología del IMSS fue decisivo. Allí conocí al Dr. Álvarez, un hombre culto y generoso que me enseñó, sin planearlo, que la ciencia también puede ser una forma de arte.



Hablábamos de música, pintura o literatura, y muchas tardes analizábamos las sonatas de Beethoven mientras discutíamos sobre la estructura del método científico. Él me abrió los ojos a una dimensión más amplia del conocimiento: entender que la ciencia, al igual que las bellas artes, requiere sensibilidad, ritmo y armonía.

Antes de terminar mi estancia, el Dr. Álvarez me recomendó con su amigo, el Dr. Amado, recién incorporado a la Unidad de Investigación Biomédica de Occidente (UIBO). Fui portadora de una carta que, sin saberlo, sellaría mi destino. Aquel encuentro fue el inicio de mi verdadera formación científica. Descubrí el mundo fascinante de la microbiología, la micología y la inmunología experimental, y comprendí que dedicarme a la investigación significaba embarcarme en una vida de aprendizaje continuo.

Inicié mi tesis de licenciatura en la UIBO bajo la dirección del M. en C. Rodolfo Ramos Zepeda, un proyecto sobre macrófagos y la formación de rosetas autólogas. Obtuve mención honorífica, y con ello la certeza de que la curiosidad podía transformarse en vocación. Más tarde, durante la maestría en Biología Celular, comencé mis primeras investigaciones en lepra bajo la tutoría del M. en C. Alfonso Islas Rodríguez. De ese trabajo surgió mi primer artículo, presentado en el Congreso Internacional de Lepra en Beijing (1990) y publicado en el *International Journal of Leprosy and Other Mycobacterial Diseases* [1]. Permanecí dos años más en la UIBO con una beca de investigación, trabajando con cultivos celulares y antígenos de *Mycobacterium leprae*. Ese esfuerzo derivó en una segunda publicación sobre la respuesta de los linfocitos de pacientes con lepra lepromatosa frente a fitohemaglutinina [2]. Aquel periodo me confirmó que la investigación exige constancia, paciencia y, sobre todo, amor por la verdad científica.

El destino me condujo después al Instituto Dermatológico de Guadalajara (IDG), donde coincidí con el Dr. Barba, otro mentor visionario que me brindó una oportunidad irrepetible:

crear un espacio propio para la investigación. Así nació el Centro de Investigación en Inmunoleprología, y más tarde, con el respaldo institucional, el CIINDE (Centro de Investigación en Inmunología y Dermatología). Con el tiempo, ese lugar se convirtió en el escenario donde acompañé a decenas de estudiantes a descubrir el mismo asombro que yo había sentido ante una célula viva.

Durante más de tres décadas, la docencia y la investigación se entrelazaron en mi vida. Fui mentora, formadora y, sobre todo, aprendiz perpetua. Dirigí tesis de licenciatura, maestría, especialidad y doctorado, y tuve el privilegio de colaborar con colegas nacionales e internacionales, como el Dr. Matsuoka en Japón y el Dr. Brennan en Colorado. En cada laboratorio, en cada intercambio, confirmaba una verdad simple: la ciencia no se enseña, se comparte; y el conocimiento, cuando se transmite con pasión, trasciende las fronteras del tiempo y del idioma.

Recuerdo con gratitud los años en que el Dr. Barba me animaba a “cuidar el rancho” del laboratorio, porque en sus palabras había una lección profunda: la ciencia también se cultiva, se riega con paciencia y florece con perseverancia. Cada proyecto aprobado, cada alumno formado, fue una semilla de ese jardín intelectual que hoy miro con serenidad.

Mirando hacia atrás, entiendo que aquella carta del Dr. Álvarez fue algo más que una recomendación: fue una metáfora del destino que la ciencia me había trazado. No hubo azar, sino vocación, trabajo y una cadena de encuentros que moldearon mi vida. La investigación biomédica no fue solo mi oficio, sino mi manera de mirar el mundo, de explicarlo, de amarlo.

Hoy, al cerrar este ciclo, comprendo que el destino científico no se escribe con tinta ni con profecías, sino con dedicación y fe en el conocimiento. Esa carta predictiva fue, en realidad, la primera página de una historia que aún continúa escribiéndose en los corazones de quienes elegimos la ciencia como camino.

Referencias

1. Fafutis-Morris M, Islas-Rodríguez A, *et al.* Detection of Interleukin-2 Receptor (IL-2r) by Indirect Immunofluorescence with Anti-Tac Monoclonal Antibody on the Surface of T Lymphocytes from Patients with Lepromatous Leprosy. *Int J Lepr Other Mycobact Dis.* 1990;58(3):511-517.
2. Fafutis-Morris M, Islas-Rodríguez A, *et al.* Response to phytohemagglutinin of LL patients' lymphocytes preincubated in culture media. *Int J Lepr Other Mycobact Dis.* 1991;59(2):217-223.



Dra. Mary Fafutis Morris

Fue profesora e investigadora adscrita al Departamento de Fisiología del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS) de la Universidad de Guadalajara y directora del Centro de Investigación en Inmunología y Dermatología (CIINDE), con sede en el Instituto Dermatológico de Jalisco “Dr. José Barba Rubio”. Con más de 30 años de trayectoria, es miembro nivel III del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores y de la Academia Mexicana de Ciencias. Doctora en Ciencias Biológicas con orientación en Inmunología por la Universidad de Guadalajara, ha realizado estancias académicas en Japón y Estados Unidos. Su trabajo se centra en la inmunología de enfermedades infecciosas e inflamatorias, especialmente la lepra. Destaca el desarrollo de un tratamiento a base de inulina, derivada del agave, para reducir los efectos de la cirrosis hepática.