

Del intestino a la fractura:

el puente entre la microbiota y la salud del esqueleto

Johan Abraham Cordero Plascencia
Christian Johana Baños Hernández
Edith Oregon Romero



¿Cómo se comunica el intestino con los huesos?

Como casas de madera, los huesos están en constante renovación. Ahora imagina que todos los días un equipo de demolición quita la madera vieja y un equipo de carpinteros coloca tablas nuevas y relucientes. En el mundo de la medicina, a estos equipos los llamamos *osteoclastos* (los que quitan el hueso viejo) y *osteoblastos* (los que construyen el nuevo). Para que los huesos sean fuertes, estos dos equipos deben trabajar en perfecto equilibrio; si el de demolición trabaja de más, la casa se debilita, lo que conocemos como osteoporosis [1].

Ahora, ¿qué tiene que ver el sistema digestivo en todo esto? Imagina que tu intestino es como un restaurante. Ahí viven trillones de pequeños inquilinos llamados bacterias, que forman lo que conocemos como *microbiota intestinal*. De forma cotidiana, pensamos que el intestino solo sirve para digerir la comida, sin embargo, esto es solo una pequeña parte de todas las funciones que tiene, pues se ha demostrado que existe una comunicación constante entre el sistema digestivo y diversos sistemas, entre ellos, los huesos del esqueleto. Estas bacterias actúan como las direc-

toras de orquesta en esta gran obra, llamada “Eje intestino-hueso”. Estas bacterias no solo están de paso: cocinan mensajes químicos que viajan por la sangre hasta tus huesos. Estos “platillos” van desde proteínas que conocemos como *citocinas* (necesarias para defendernos ante cualquier enfermedad), hasta productos de la dieta diaria que actúan en nuestro cuerpo. En conjunto, forman la maquinaria necesaria para la reparación de las fracturas en nuestros huesos [1].

Microbiota en acción

Como se mencionó anteriormente, nuestras bacterias intestinales son como el chef de un restaurante. La dieta diaria que consumimos son los ingredientes necesarios para cocinar estas señales que serán entregadas a los osteoblastos y osteoclastos en nuestros huesos. Lo mismo pasa en la vida real: existen ciertos grupos de bacterias que son “especialistas” en cada platillo. En este caso particular, tenemos a cuatro grupos galardonados en esta cocina, *Clostridium*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* y *Eubacterium*, las cuales se pueden encontrar en alimentos de la vida cotidiana, como lácteos fermentados, entre los que destacan el yogur, algunas leches fermentadas y

el kéfir. Estos alimentos son las principales fuentes de nuestro grupo de élite, sin embargo, esto depende de dónde se elaboren estos productos.

Tomando en cuenta la presencia de estas bacterias especialistas, el proceso por el cual cocinan estas señales inicia cuando comemos fibra (como la de las frutas y verduras), donde este pequeño grupo de microorganismos las transforman en unas sustancias llamadas *ácidos grasos de cadena corta* (AGCC), como el butirato, el propionato o el acetato. Estos compuestos actúan de distintas formas [2]:

- ▶ Estimulan a los osteoblastos para que fabriquen hueso nuevo y fuerte.
- ▶ Ayudan a reducir la inflamación excesiva que clásicamente es provocada por proteínas conocidas como *citocinas proinflamatorias*, de las cuales destacan el *factor de necrosis tumoral alfa* (TNF- α), la *Interleucina-6* (IL-6) y la *Interleucina-1 β* (IL-1 β). Estas proteínas generan un ambiente lleno de inflamación, como si de un incendio se tratara; al apagar este incendio, el hueso puede regenerarse de forma óptima y limpia.
- ▶ Favorecen el control de las citocinas proinflamatorias al hacer cambios importantes en algunas de las células que originalmente tenían un papel en este ambiente inflamatorio, lo cual genera mayor estabilidad para el desarrollo de los osteoblastos, mejorando el proceso de regeneración y curación del hueso [1,2].

El viaje de los soldados microscópicos

Aquí comienza la parte más increíble de la inmunología. Cuando existe una fractura, tu cuerpo libera señales de auxilio, en especial mediante una molécula que se conoce como *esfingosina-1-fosfato* (S1P), la cual viaja por la sangre y alerta a ciertos soldados del sistema inmune, llamados *células T*; estas células viven normalmente en el intestino, escuchan el llamado y viajan por la sangre hasta el lugar de la fractura. Sin embargo, lo hacen con un grupo especial, integrado por las *células Th17*. Una vez

ahí, ayudan a formar el “callo” o pegamento natural que une los pedazos rotos.

En un estudio que se realizó en ratones, se logró demostrar que, si frenamos en seco a las células T, tendríamos como resultado el retraso en la reparación de la fractura a los 14 días desde que se presentó el accidente; y al cabo de aproximadamente un mes, tendríamos un hueso de menor calidad en el sitio de la fractura. Esto quiere decir que, si existe un correcto balance en el intestino (sobre todo en este grupo de microbios que hemos mencionado anteriormente), tendrás un ejército de células T listo, bien entrenado y eficiente para sanarte [3].

Más allá del yeso: la suplementación como aliada en la recuperación ósea

Como hemos visto, el papel de las bacterias que viven en el intestino no es un hecho aislado, ellas responden de forma casi recíproca a los procesos internos que ocurren en nuestro cuerpo al momento de sufrir un accidente. Se ha demostrado que las fracturas logran cambiar los grupos bacterianos (algo así como una lucha por ver quién es más fuerte), es decir: así como existen estos microbios “buenos” que nos ayudan a recuperar el hueso roto, también existen bacterias “malas” que pueden causarnos daño si existen





en mayor proporción que las buenas (lo que causaría algo que se conoce como *disbiosis* [4]). En vista de esto, se han estudiado distintas formas para evitar la alteración de nuestras colonias buenas. Un estudio realizado en 2023 encontró que, si se aumenta la cantidad de bacterias buenas (mediante suplementación) y en especial del grupo llamado *Bifidobacterium Longum* (que, como hemos visto, se trata de una de las familias que ayuda a la curación ósea), es posible:

- ▶ Disminuir el riesgo de una mayor población de estas bacterias malas.
- ▶ Aumentar la producción de los ya conocidos ácidos grasos de cadena corta.
- ▶ Incrementar la llegada de minerales como el calcio al hueso, la llamada a la acción de las *células T residentes* del intestino.
- ▶ Propiciar la mejoría significativa en el proceso de reconstrucción de la fractura. Es decir, “todos los caminos llevan a Roma”; o, en este caso, al hueso [2,4,5].

En suma, estas pequeñas bacterias guerreras actúan de manera indirecta en la formación del hueso regulando los procesos químicos de nuestro cuerpo, la absorción de calcio, los niveles de hormonas, el sistema de defensa, etc. Además, los “platillos” que estas “grandes cocineras” producen pueden ayudar de forma constante y eficaz a la recuperación de nuestros huesos rotos. Esto genera una gran oportunidad para futuras terapias en relación con la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas como la osteoporosis y la disminución del tiempo de recuperación de un paciente que se ha roto un hueso [2].

Referencias

1. Kapoor T, Mistry A. Role of Gut Microbiota in Bone Healing: Implications for Sports Injury Recovery. *J Clin Med*. 2024;14(1):123.
2. Zhang YW, Wu Y, Liu XF, Chen X, Su JC. Targeting the gut microbiota-related metabolites for osteoporosis: The inextricable connection of gut-bone axis. *Ageing Res Rev*. 2024;94:102196.
3. Aurora R, Silva MJ. T cells heal bone fractures with help from the gut microbiome. *J Clin Invest*. 2023;133(8):e167311.
4. Roberts JL, Gollosi M, Harding DB, Conduah M, Liu G, Drissi H. Bifidobacterium longum supplementation improves age-related delays in fracture repair. *Aging Cell*. 2023;22(4):e13786.
5. Son JK, Jo YJ, Jung YJ, Lee YR, Lee J, Jeong HS. Fermentation and quality characteristics of yogurt treated with Bifidobacterium longum. *Nutrients*. 2023;15(15):3490.

Johan Abraham Cordero Plascencia Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdeG).

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

Edith Oregon Romero Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, CUCS, UdeG.

Contacto: edith.oregon@academicos.udg.mx