

La batalla diaria para curar heridas

ILIANA I. LEÓN VEGA, EDUARDO VADILLO Y MICHAEL SCHNOOR

Alguna vez te has preguntado, “¿qué pasa en mi cuerpo cuando me lastimo?”

Un corte en la piel o una picadura de mosquito pueden ocurrir fácilmente. Para que la herida se cure pronto, nuestro sistema inmune debe responder de inmediato deteniendo el sangrado, luchando contra los microorganismos que puedan entrar a nuestro cuerpo y posteriormente, cerrando la herida.

Normalmente tenemos microbios en la piel. Pero, ¡no tengas miedo! Casi siempre son inofensivos, aunque si entran en una herida, contribuyen a generar una respuesta denominada inflamación. Nosotros percibimos esta respuesta porque hay aumento de volumen, calor, enrojecimiento y dolor. Para que se resuelva la inflamación de manera correcta, necesitamos la presencia de células del sistema inmune, también conocidas como glóbulos blancos o leucocitos, que circulan por todo el cuerpo a través de la sangre para llegar al sitio de inflamación, como si fueran soldados que vigilan un país.

Así como existen los rangos militares, nuestro ejército de leucocitos está conformado por distintas células. Algunas de las principales

células defensoras son los **neutrófilos** y los monocitos. Todas las células del sistema inmune tienen la capacidad de comunicarse entre sí y trabajar de manera conjunta con células que se encuentran en los sitios de daño, que pueden ser células de la piel u otros leucocitos. Cuando reciben señales de las células en el lugar de la lesión, nuestros soldados circulantes saben específicamente a dónde ir.

¿Cómo se comunican nuestras células?

Así como en la estación de policías existen radios que permiten informar de un accidente, en nuestro cuerpo existen proteínas llamadas citocinas y **quimiocinas** que brindan señales de comunicación y atracción para llamar a los neutrófilos y monocitos de la sangre al sitio de la lesión. Podemos compararlo con semáforos que controlan el flujo de tráfico en las calles: la presencia de quimiocinas da luz verde para la migración de los leucocitos hacia el sitio del daño y, una vez ahí, se enciende la luz roja para que se detengan en ese lugar a resolver la inflamación.

Una característica de las quimiocinas es que tienen formas diferentes y específicas. Estas formas específicas son detectadas por un tipo de “antenas” presentes en cada leucocito, que se denominan receptores de quimiocinas. Cada leucocito puede tener uno o varios receptores de quimiocinas para poder detectar diferentes formas y así comunicarse.

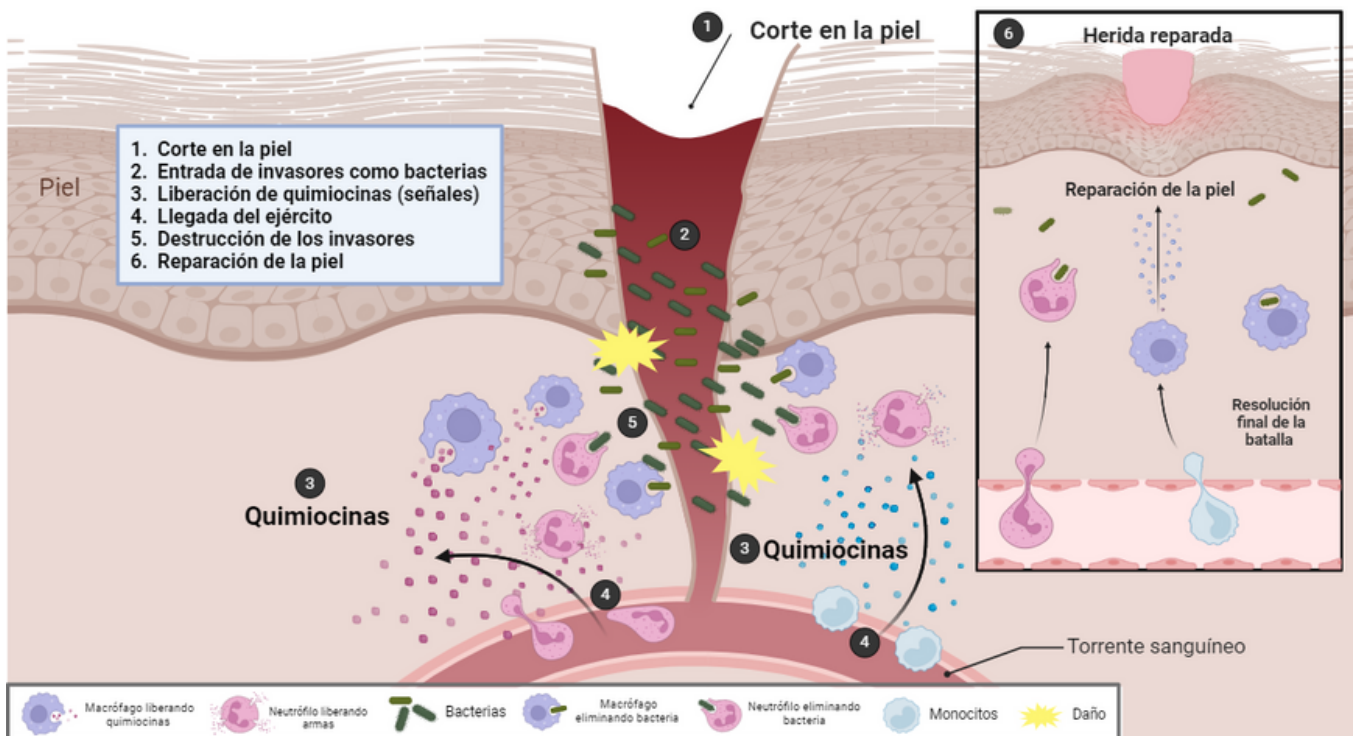
Cabe destacar que las quimiocinas y sus receptores son un grupo muy grande de moléculas. Dependiendo de las características que comparten, se clasifican en grupos más pequeños, como si fueran miembros de familias con nombre y apellido. De esta forma, los leucocitos reconocen específicamente a las quimiocinas de la familia en la que se encuentran sus receptores.

El principal objetivo de las quimiocinas es guiar a los leucocitos hacia los sitios de batalla, un poco como cuando un perro policía olfatea un rastro hasta llegar a localizarlo. Así, éstas células llegan a los sitios de inflamación, como en nuestro ejemplo, una herida en la piel. Esto lo logran porque también tienen la capacidad de unirse a los tejidos donde se encuentra la herida, logrando pasar dentro del tejido hacia el campo de batalla donde se requiere de su presencia.

Para tener más opciones de comunicación y potenciar los efectos de los leucocitos, las quimiocinas pueden unirse entre ellas o con quimiocinas de otras familias, formando combinaciones que manden una mayor variedad de mensajes y señales. Por ejemplo, indicar a los leucocitos que recluten a más soldados, que mejoren sus habilidades antimicrobianas y que comiencen a construir y liberar las armas moleculares para utilizar en cada batalla contra los microorganismos invasores.

Una batalla épica

La primera lucha es cuerpo a cuerpo, en donde el invasor trata de escapar del ataque de los primeros soldados del frente de batalla, los macrófagos. Estas son células de gran tamaño que viven en la piel; por un lado, se encargan de perseguir y destruir a los microorganismos y, por otro lado, liberan quimiocinas para avisar a otros miembros del ejército que hay un daño.



Cuando tenemos un corte en la piel, es común que invasores como las bacterias puedan entrar. Sin embargo, nuestro ejército de células inmunes responde de inmediato al liberar quimiocinas que van a reclutar a más soldados, como los neutrófilos de la sangre. Una vez que estos llegan, comienzan a atacar y destruir a los invasores, para finalmente terminar la batalla mediante la reparación de la herida. Creado con BioRender.com

Esta alerta puede ser emitida solo en una pequeña parte del sitio de batalla para combatir un ataque local en la piel. Sin embargo, cuando el ataque de los invasores es mayúsculo estas señales se ven a gran distancia, lo que provoca que otras células que patrullan lejos de la zona acudan en auxilio en grandes cantidades, para destruir a los invasores. Las células que vienen de lejos son los neutrófilos, que son una especie de kamikazes en esta batalla, ya que ofrecen su vida con tal de ganarle a los microbios.

Afortunadamente, la mayoría de las veces la respuesta inmunológica gana la batalla en el sitio de daño y es posible curar la herida, ya que las defensas en nuestro organismo son suficientes para evitar mayor invasión de microorganismos causantes de daños más severos.

¿Por qué es importante estudiar estas señales?

A pesar de que las quimiocinas y los leucocitos son partes esenciales de todo este ejército, en ocasiones estas señales se producen en exceso y llaman a demasiados soldados, lo que resulta en batallas que son muy difíciles de controlar. Esto ocasiona que más y más señales se produzcan y no puedan ser controladas o contrarrestadas, provocando un daño a los tejidos del cuerpo, similar a la destrucción de ciudades durante una guerra. Esto puede promover la generación de enfermedades autoinmunes, alergias y enfermedades crónicas, por lo que controlar estas señales mediante estrategias terapéuticas es de suma importancia.

Es por eso que, en nuestros laboratorios, estudiamos los diferentes tipos de señales y cómo permiten la correcta comunicación entre los miembros del ejército de nuestro cuerpo. De ahí la importancia de comprender

por completo los sistemas de regulación de estas señales que controlan el tráfico de las células de nuestro sistema inmune. Puesto que, si no se controla de manera adecuada, una respuesta inflamatoria local puede convertirse en una respuesta inflamatoria sistémica, generando consecuencias crónicas y enfermedades complejas que afectan gravemente nuestra salud.

REFERENCIAS

1. Sociedad Japonesa de Inmunología. EFIS. (2008). Consultado en: www.immunology.org/public-information/activities-and-resources/your-amazing-immune-system
2. Abbas A, et. al. 10a ed. Elsevier. (2022)
3. León-Vega, II, et. al. J Leukoc Biol. 115(3):565-572 (2024). DOI: [10.1093/jleuko/qjad159](https://doi.org/10.1093/jleuko/qjad159)

LAS MENTES CREATIVAS

Iliana I. León Vega

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. CDMX, México.



Eduardo Vadillo

Hospital de Oncología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS. CDMX, México.



Michael Schnoor

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. CDMX, México.

Contacto: mschnoor@cinvestav.mx

