

Así combate las enfermedades nuestro sistema inmune

# Un ejército en misión sanitaria

Cada vez que nuestro sistema inmune organiza un ataque contra agentes extraños o prepara una maniobra de defensa, se desencadena un intrincado proceso, tan complejo que hoy los científicos siguen buscando muchas de sus claves. El sistema inmunológico no sólo es el guardián que nos protege de los microbios y sus infecciones; es la culminación de un largo proceso evolutivo que se concreta en una red de células especializadas con un cometido en apariencia simple: velar por nuestra supervivencia.

Una legión de virus, hongos y bacterias tratan de colarse en el organismo al mínimo descuido. Por suerte, los humanos tenemos uno de los mejores sistemas de defensa de la naturaleza.

Desde que nacemos, los humanos estamos en continuo riesgo ante una legión de microorganismos empeñados en aniquilarnos. Y si bien es cierto que "nacer no es sino comenzar a morir", el objetivo de todos y cada uno es retrasar este momento lo más posible. Para demostrarlo no hace falta recurrir a sesudos científicos del siglo XXI. Ya en Atapuerca, como han mostrado los restos encontrados en la Sima de los Huesos, el destete de los niños no se producía antes de los 3 años. Los homínidos de aquella época ya intuían que la leche materna proporcionaba a los bebés su-

## Atención a nuestras respuestas

Las investigadoras de la imagen trabajan con un equipo *ImmLite 2000*, un sistema de inmunoanálisis que se emplea entre otras cosas para estudiar la calidad de una vacuna.



ces los microorganismos patógenos nos llevan una gran ventaja evolutiva y antropológica que vamos contrarrestando, por el momento, gracias a los recursos de nuestro sistema inmunitario, pero los científicos no pueden asegurar hasta cuándo serán suficientes.

Las bacterias se las saben todas. Eso opina Lynn Margulis, bióloga de la Universidad de Massachusetts y experta de la NASA, cuando

cientos defensas para mantenerles con vida hasta esa edad, una de las etapas más críticas para unos especímenes que vivían una media de 25 a 30 años.

Por encima de modas y estilos de vida, la leche materna sigue siendo la principal fuente de inmunidad extra para los bebés. Los niños que *toman teta* sufren menos infecciones y alergias, y suelen gozar de mejor salud. Por eso el inicio de las vacunaciones coincide con el destete.

Entran en juego dos realidades enfrentadas: una, que mantener el sistema inmunológico en buen estado es vital para cualquier ser vivo, y otra, que muchos microorganismos patógenos no tienen otra misión más que colonizar y matar, si pueden, a su huésped.

Los estudios realizados por los microbiólogos han dejado al descubierto aspectos esenciales de su modo de vida. Se sabe que los microbios están dispuestos a sacrificar a millones de sus hermanos con tal de que uno de ellos sobreviva, y que son capaces de reproducirse por millones en cuestión de horas.

## ● Microbios aventajados

Además, y por si eso no fuera suficiente, esta legión de virus, bacterias y hongos están en la Tierra antes de que apareciera el ser humano, y se postula que fueron ciertos tipos de bacterias, viajando por el espacio interestelar a bordo de algún cometa o asteroide, las responsables del inicio de la vida. Si es así, enton-

sostiene que "salvo hablar, las bacterias pueden hacer de todo, incluso muchas más cosas que un ser humano".

Y no todas son malas para la salud o la naturaleza. Por ejemplo, fuera del cuerpo humano trabajan distintos tipos de bacterias capaces de fabricar proteínas y oxígeno, eliminar residuos derivados de hidrocarburos o ser la base del anticongelante que utilizamos en los coches. Dentro del propio cuerpo vive una flora bacteriana llamada saprofita, que nos protege de diversas patologías. Su eliminación —a través, por ejemplo, de la toma de algunos antibióticos— es precisamente la que produce la aparición de enfermedades. Por fortuna, esta legión de microorganismos buenos

se recupera en cuanto finaliza el tratamiento. Además, recuerda Lynn Margulis, "sin bacterias no podríamos, por ejemplo, obtener el nitrógeno que necesita nuestro cuerpo para producir ciertas proteínas".

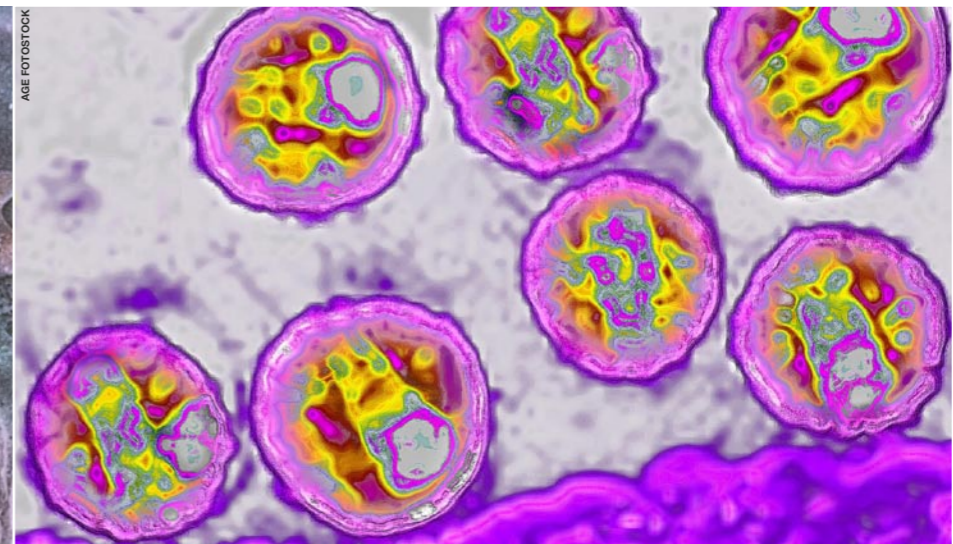
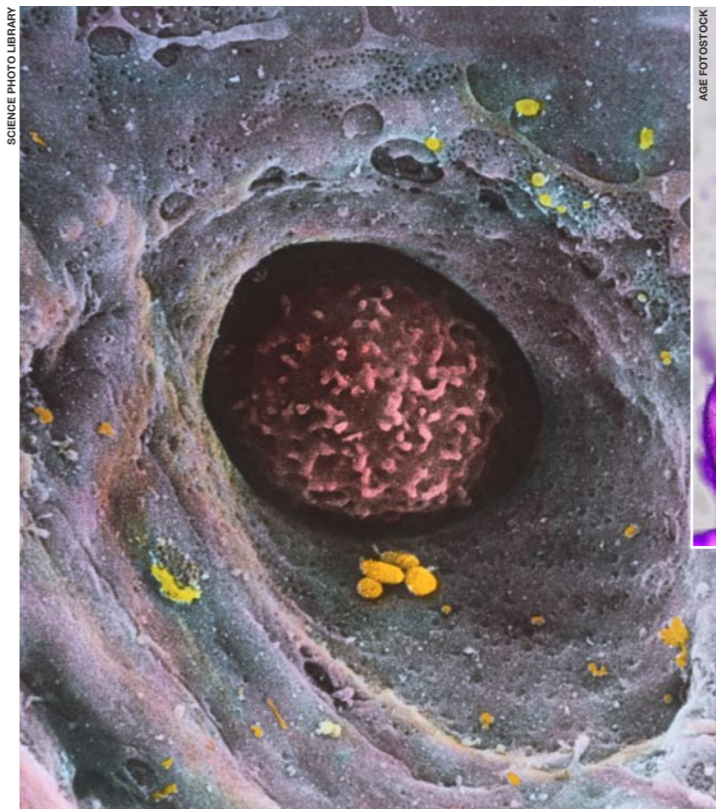
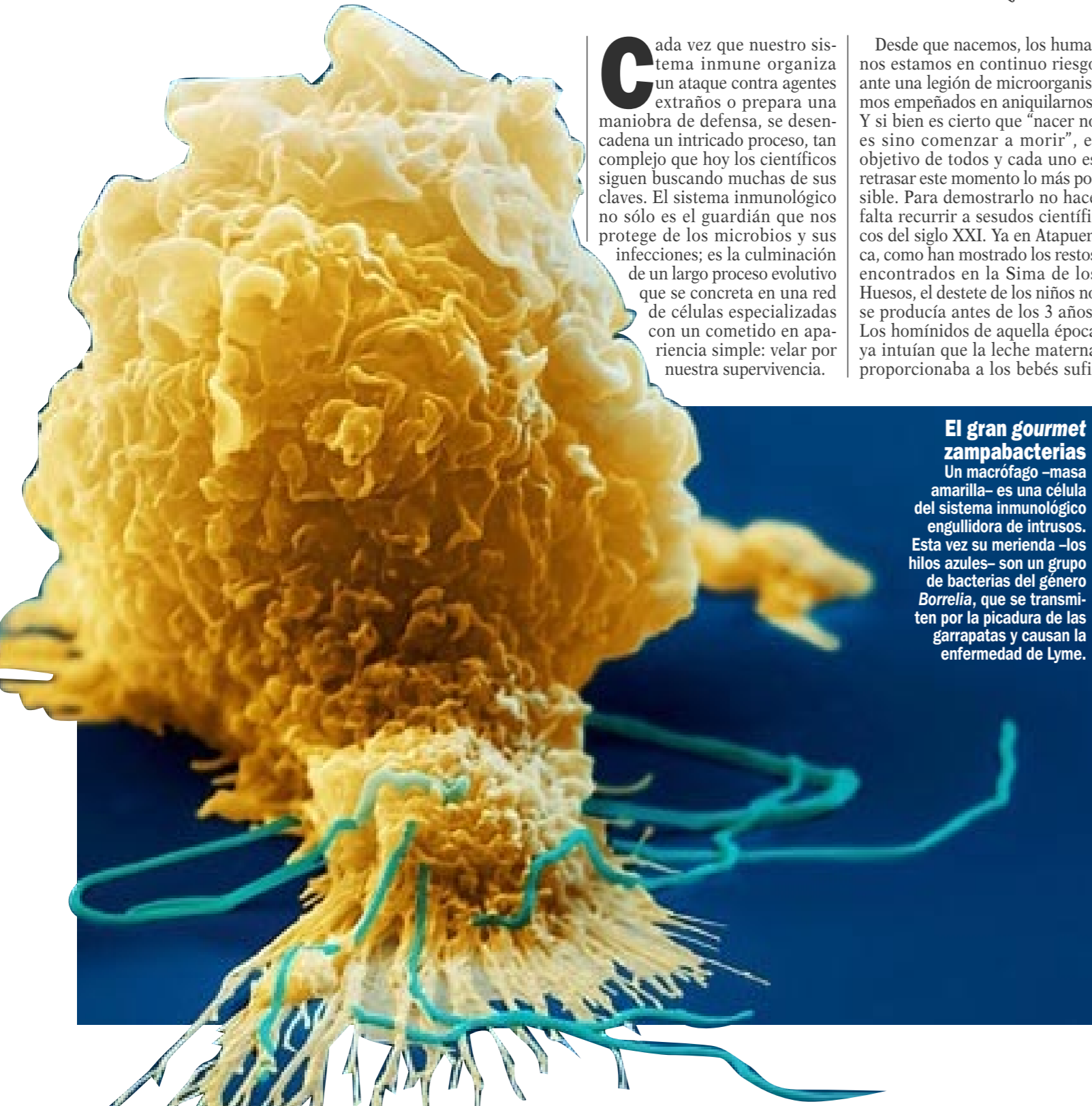
Como ocurre con las noticias, las malas son las que más interesan, y los efectos nocivos de muchos microbios son los que más llaman la atención. Entre los más agresivos hay virus como el Ébola, letal para cualquier ser vivo, o el de inmunodeficiencia humana, que elimina las defensas del organismo dejando al paciente a merced de las infecciones. Otros amenazan buscando el salto entre especies, como parece ocurrir con la gripe aviaria.

## ● Se adaptan para resistir

También existen bacterias cada vez más resistentes a los antibióticos, que han aprendido tanto de nuestras células que pueden fabricar sustancias como las betalactamasas, capaces de anular la potencia de los antimicrobianos. Algo parecido se puede decir de los hongos, los protozoos y una legión de microorganismos a la espera de la mínima oportunidad para atacar nuestra supremacía como especie. Incluso se piensa que el cambio climático y el calentamiento global podrían ser el caldo de cultivo ideal para que diversos virus emergentes o poco conocidos en muchos lugares buscaran un nuevo nicho en el que establecerse.

## El gran gourmet zampabacterias

Un macrófago —masa amarilla— es una célula del sistema inmunológico engullidora de intrusos. Esta vez su merienda —los hilos azules— son un grupo de bacterias del género *Borrelia*, que se transmiten por la picadura de las garrapatas y causan la enfermedad de Lyme.



**Intrusos a bordo.** Uno de los blancos del virus del sida (VIH) —arriba— son unas células del sistema inmune llamadas monocitos —izquierda—, que viajan por la sangre hacia los tejidos para tragarse los elementos extraños. El VIH se multiplica en el interior de los monocitos y los destruye, lo que acaba causando una importante merma en las defensas.

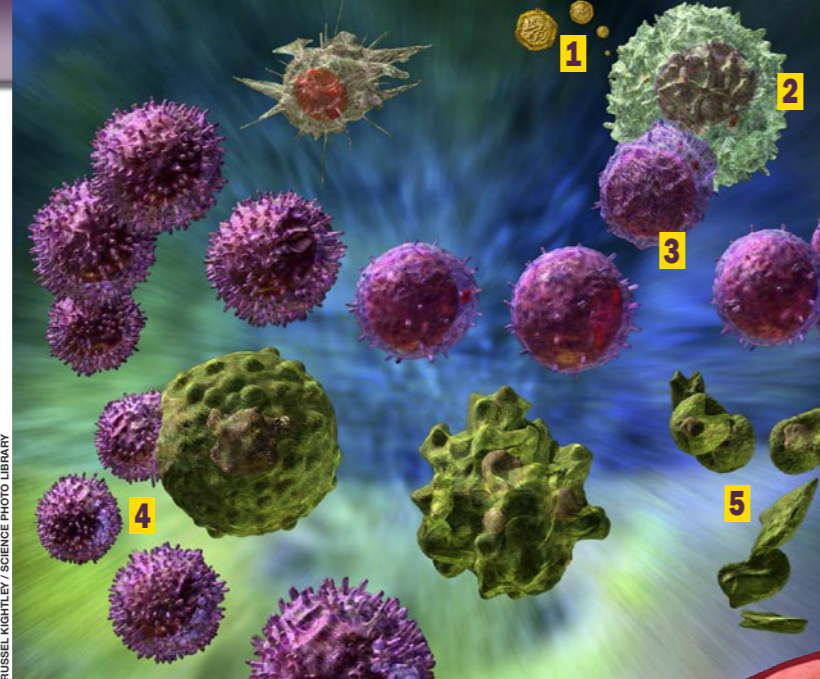


La buena noticia en esta lucha por la supervivencia es que, por el momento, los laboratorios farmacéuticos siguen comercializando antibióticos potentes y eficaces que frenan esta expansión, antifúngicos que curan las micosis producidas por los hongos, y algunos antivirales que generan la suficiente respuesta inmune en los enfermos como para sobrevivir a sus infecciones.

## ● Bacterias pandilleras

Una de las investigaciones más interesantes sobre el comportamiento de los microorganismos es la llevada a cabo por Peter Greenberg, catedrático y director de Microbiología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Washington. Él fue el primer científico en sospechar que las bacterias no son seres solitarios, y que se comunican intercambiando señales luminosas entre sí. La emisión de luz sólo tiene lugar cuando hay suficientes organismos para poner en marcha una acción conjunta.

Greenberg, que ha dedicado 20 años al estudio de este efecto de luz bautizado por su equipo como *quórum sensing*, compara a las bacterias con una tropa silenciosa que no usa las armas hasta que no se sabe fuerte para atacar. Las bacterias actúan como una pandilla de delincuentes, entre los

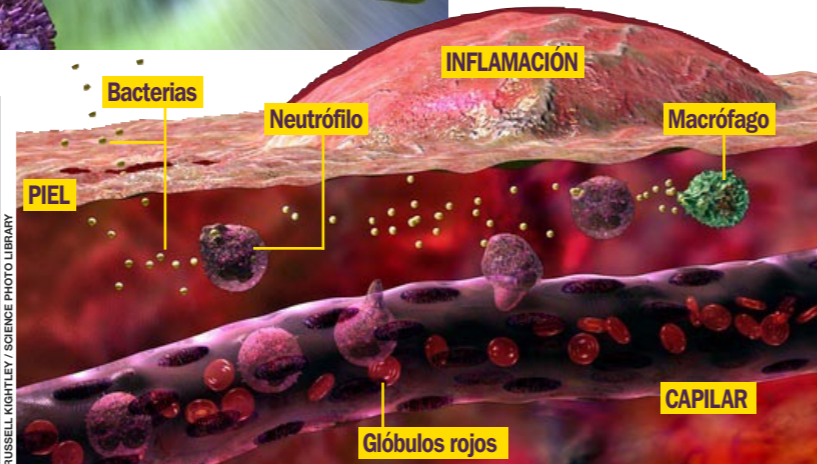


## Triunfo a tres bandas

En la imagen, un virus que ha entrado en el organismo (1) provocará la reacción de tres tipos de células inmunitarias cuya misión es acabar con él. Primero, una célula llamada macrófago lo detecta, lo engulle (2) y las proteínas virales pasan a su superficie. Desde allí, los linfocitos T cooperadores (3) reconocen la presencia del virus y activan la respuesta inmune de los linfocitos T citotóxicos (4). Estos serán los ejecutores, al segregar sustancias que desintegran el macrófago y los residuos virales (5).

que el *quórum sensing* hace las veces de la presión del grupo, de manera que pueden hacer como colectivo lo que nunca conseguirían como individuos.

El grupo de Greenberg también estudia el desarrollo de las biopelículas en las que proliferan las bacterias, que tienden a adherirse a la superficie más próxima y a partir de ahí empiezan a crecer en forma de microcolonias de individuos. Hay bacterias que pueden crear estructuras muy sofisticadas sin utilizar el mecanismo de detección de *quórum*, pero en algunas cepas bacterianas resis-



**¿Por qué nos hinchamos?** La inflamación es una respuesta a la infección que sirve para aislar y diluir al enemigo. Cuando las bacterias entran por una herida, los neutrófilos y macrófagos salen del capilar sanguíneo, engullen los microbios y liberan histaminas y otros agentes inflamatorios.

tentes, como las pseudomonas, el *quórum sensing* y la biopelícula van asociados. Esto es importante, porque cuando las bacterias forman biopelículas se hacen tan resistentes a los antibióticos que pueden provocar infecciones crónicas. Un ejemplo típico son las infecciones que se suelen producir con los dispositivos implantados, como los tubos de traqueotomía y los catéteres.

## ● La estrategia es aislarlas

Los expertos creen que la presencia de *quórum* en bacterias tan agresivas como la pseudomona sugiere un nuevo camino para la investigación en medicamentos antimicrobianos: en lugar de intentar matar las bacterias, se puede impedir que produzcan lo

necesario para provocar la enfermedad. El truco está en evitar que desencadenen el *quórum sensing* para que ignoren la presencia de otros iguales, no detecten que son numerosas y no actúen. Es decir, →

## Terapias biológicas

Se puede tratar el cáncer con compuestos, como el del modelo, que modifican la respuesta inmune.



## ¡Menudo catarro! Será del estrés

Una célula nerviosa extiende su brazo o axón para tocar un linfocito T del sistema inmune.

una enfermedad no sólo depende de la agresividad del agente patógeno, sino también de la vulnerabilidad de la víctima, incluido su estado psíquico.

Esta disciplina comenzó cuando, en 1975, Ader y Cohen estudiaban la respuesta gustatoria condicionada en ratas, dándoles sacarina con un inmunosupresor. Las infecciones mataron algunas, pero la sorpresa fue que en una segunda fase murieron ratas que sólo tomaban sacarina: estaban mentalmente inmunodeprimidas.

Un estudio del psiquiatra Salvador

Cervera en la Universidad de Navarra probó que las personas con depresión tenían menos defensas y, una vez curada la depresión, se recuperaban. También se cree que el cansancio y el insomnio pueden estar relacionados con la inmunidad.

Aún no está claro cómo actúan los factores estresantes, pero las relaciones entre el cerebro y el sistema inmune existen. Por ejemplo, la urticaria puede deberse a una alergia o a una reacción psicológica. Se plantea un reto: mejorar las funciones inmunológicas con técnicas psicológicas. ■

La Psiconeuroinmunología estudia las relaciones entre el sistema nervioso central y el inmune, basándose en que el curso de



hay que impedir que se manifieste el enzima que activa el sensor de luz con el que se comunican.

El sistema inmunitario no es nuestra única defensa posible; las barreras físicas con las que contamos incluyen la piel, las lágrimas, la cera de los oídos, la mucosidad y el ácido del estómago. Además, el flujo normal de orina elimina los microorganismos que ascienden por el tracto urinario, y la fiebre y la inflamación también son eficaces mecanismos de defensa.

#### ● Agresiones y falsas alarmas

Pero a pesar de todo este arsenal de armas contra los ataques microbianos, seguimos siendo vulnerables ante una gran variedad de enfermedades, fármacos y tratamientos que pueden dañar las defensas naturales del cuerpo y provocar infecciones, posiblemente causadas por microorga-

nismos que normalmente viven en el cuerpo sin provocar alteraciones. La edad es otro factor que juega en nuestra contra, haciendo que el sistema inmune sea menos eficaz y que nos deje más expuestos a las infecciones.

Está claro que las cosas no siempre funcionan como deben, pero en ocasiones los fallos inmunológicos van más allá. Se dan situaciones en las que el propio sistema inmune engaña al organismo o se transforma en fuente de enfermedades. Por ejemplo, a veces el cuerpo reconoce como enemigos peligrosas sustancias que, en realidad, no representan tal amenaza, y provoca una respuesta exagerada, liberando productos contenidos en el interior de algunas células (mastocitos, basófilos, eosinófilos) lo que hace que se inflame la zona donde sucede la reacción. En las enfer-



**Alergias: cuando el cuerpo reacciona sin medida**  
Uno de los fallos más comunes de nuestro sistema inmunológico se manifiesta en las alergias, que son respuestas exageradas a sustancias inocuas que, sin embargo, el cuerpo identifica como peligrosas.

medades alérgicas –que dependen de factores genéticos y ambientales– el ataque se produce contra sustancias toleradas por la mayoría, como ácaros del polvo, pólenes de árboles y plantas, epitelios de animales, hongos, compuestos químicos, etc., o frente a medicamentos.

#### ● Células traidoras al cuerpo

También existe la posibilidad de que las células del sistema inmune, en lugar de defender a su huésped, se vuelvan locas y le ataquen. Así es como aparecen las enfermedades autoinmunes, en las que el propio sistema inmunitario atenta contra la salud del individuo. Entre ellas se encuentran el lupus eritematoso sistémico, la tiroiditis autoinmune o la diabetes de tipo I, y muchas de ellas representan un serio peligro para la vida.

Los trastornos debidos a inmunodeficiencia son enfermedades en las que el sistema inmunitario no funciona de forma adecuada. En consecuencia, las infecciones son más frecuentes, recurrentes, graves y prolongadas de lo habitual. Algunos también derivan en cánceres o infecciones por virus, hongos y bacterias.

La inmunodeficiencia puede estar presente desde el nacimiento –inmunodeficiencia congénita– o desarrollarse con el paso de los años. A pesar de no ser muy frecuentes, se conocen más de setenta trastornos de este tipo. En algunos de ellos, el número de glóbulos blancos disminuye; en otros, el número es normal, pero los glóbulos blancos funcionan

mal. En un tercer grupo, los glóbulos blancos no resultan afectados, pero sí otros componentes del sistema inmunitario.

La inmunodeficiencia adquirida se produce a una edad más avanzada, suele estar causada por una enfermedad y es mucho más frecuente que la congénita. Algunas enfermedades causan sólo un deterioro menor del sistema inmunitario, mientras que otras pueden destruir su capacidad. El ejemplo más conocido es el de la infección causada por el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), que deriva en el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida). En este caso, el virus ataca y destruye los glóbulos blancos que combaten las infecciones víricas y fúngicas.

#### ● Órganos intocables

Tener un determinado órgano afectado, como el bazo, también puede afectar a la inmunidad. Y es que este órgano no sólo ayuda a atrapar organismos infecciosos que entran en el flujo sanguíneo; también es uno de los centros del cuerpo donde se producen anticuerpos. Quienes padecen afecciones en el bazo son más susceptibles a ciertas infecciones bacterianas, como las causadas por el *Haemophilus influenzae*, la *Escherichia coli* y el *Streptococcus*; por lo que es importante que se vacunen y que tomen antibióticos al primer signo de una infección con fiebre.

Sin duda, el sistema inmune es nuestro mejor seguro de vida. Merece la pena tratarlo con el máximo cuidado. ■▶



**Leche de vida**  
Dar la teta proporciona un seguro anti-infecciones. A través de la leche materna se transmiten anticuerpos al bebé y se refuerza su sistema inmunitario.

**Nacer sin defensas**  
La inmunodeficiencia congénita deja a los bebés indefensos ante infecciones y tumores, por eso deben permanecer aislados en salas estériles durante su tratamiento.

