

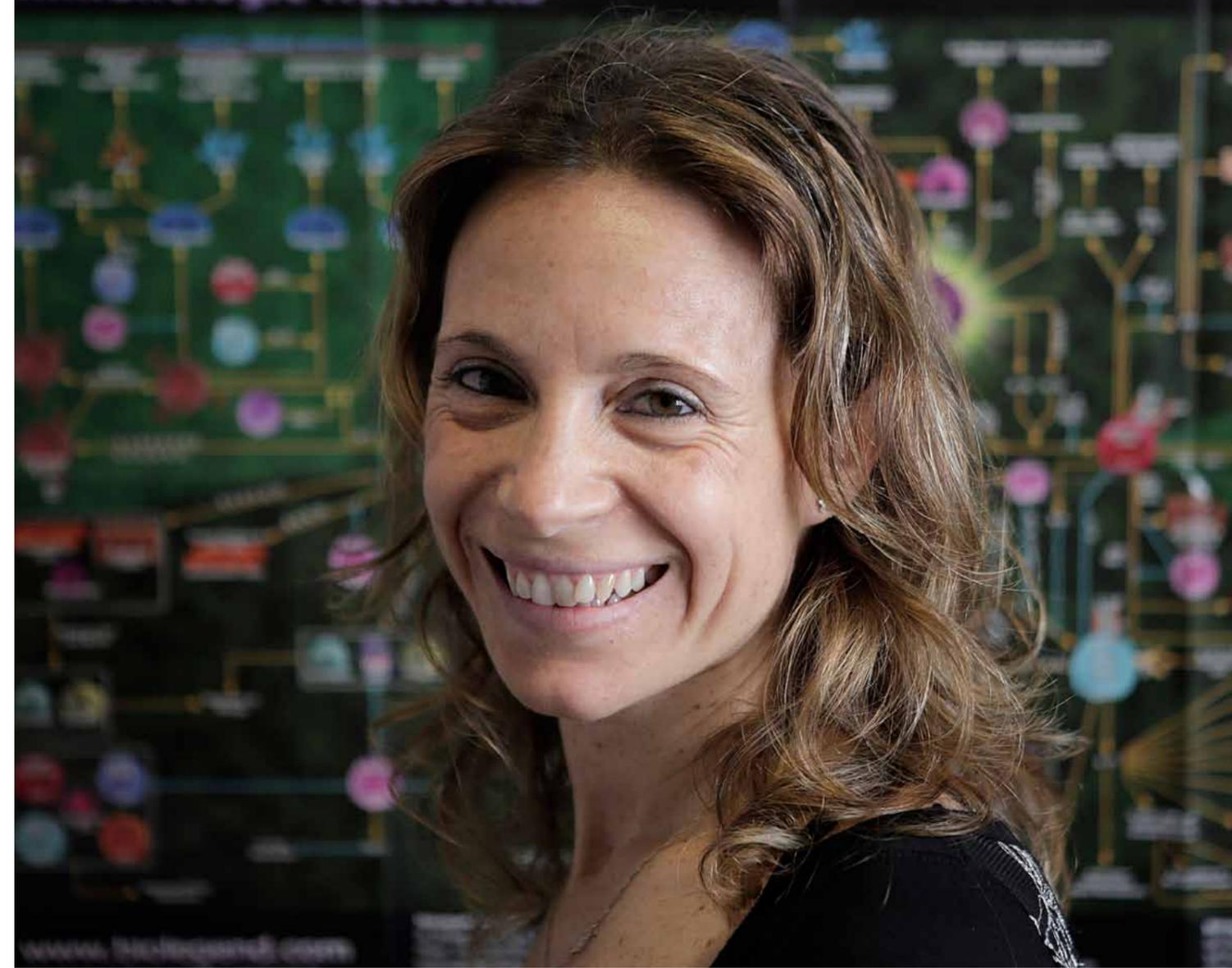
# SISTEMA INMUNOLÓGICO, CENTINELA DE LA SALUD

El cuerpo humano es el escenario donde se libra una batalla diaria, cotidiana, que enfrenta al organismo con las hordas de virus, bacterias, hongos y agentes infecciosos que lo rodean. Pero nada está perdido. Todo es cuestión de ciencia: existe un potente complejo defensivo, formado por células, proteínas y tejidos, que permanece vigilante y dispuesto a entrar en acción. La bióloga Elena González Rey, del Instituto de Parasitología y Biomedicina 'López Neyra' de Granada, cuenta cómo funciona este ejército biológico.

**Fuente:** María José Llobregat | **Asesoría científica:** Elena González Rey, Instituto de Parasitología y Biomedicina 'López Neyra'

Sistemas de defensa los hay en todos los ámbitos. En el terreno bélico, son incontables. La férrea lucha entre soviéticos y alemanes en el histórico 'Sitio de Leningrado' o la batalla de las Termópilas, donde los espartanos dieron rienda suelta a sus particulares tácticas. En deportes, la lista es inabarcable, desde la apertura siciliana, en ajedrez, hasta el memorable Madrid de Di Stéfano, que hizo suya la frase 'la mejor defensa es un buen ataque' con su ya, mítica, delantera formada por Kopa, Puskas, Gento, Rial y el propio jugador argentino. Sin olvidar las técnicas de defensa personal...

Pero, entre todos los ejemplos posibles, el sistema más antiguo y, sin duda, más complejo, es el inmunológico. Este entramado de moléculas de diverso origen -proteínas, glúcidos, lípidos-, células y tejidos es el mecanismo de defensa y reparación que tienen los organismos frente a cualquier elemento que pueda provocar un daño. Ya sean externos, como virus, bacterias, parásitos o, incluso, una herida; o internos, por ejemplo, en un cáncer, donde las propias células tumorales han sufrido una serie de alteraciones que las convierten en extrañas, malignas y perjudiciales.



Elena González Rey.

Para cumplir con esa misión protectora, el sistema inmunológico cuenta una capacidad única. Así lo indica la bióloga e investigadora Elena González Rey, del Instituto de Parasitología y Biomedicina 'López Neyra', de Granada. "Su principal característica es la facultad de identificar lo ajeno frente a lo propio, como moléculas dañinas o patógenos. A partir de ese reconocimiento, se ponen en marcha todos los mecanismos necesarios para eliminar el daño y/o el agente extraño", explica.

## La activación del mecanismo

Esa habilidad para diferenciar lo propio de lo ajeno constituye la primera de las fases en las que se divide el trabajo del sistema inmunitario. A continuación, viene una etapa de neutralización o anulación del patógeno que se puede realizar de dos formas. Bien mediante unos tipos de células que fagocitan o engullen al elemento extraño, por ejemplo, los macrófagos o neutrófilos. O

a través de otras sustancias o factores solubles, como lípidos y proteínas, que van a tener un efecto directo sobre el causante del daño.

La fase siguiente es la de eliminación del patógeno para evitar que éste ataque de nuevo. Para ello, las células de la primera barrera de defensa se comunican con otras más especializadas, los linfocitos. "De esa forma, ya sean los tipos celulares o los factores solubles van a impedir que ese elemento ajeno pueda seguir viviendo y multiplicándose", comenta la investigadora, que en 2015 fue galardonada con la Medalla de Andalucía.

La última de las etapas es la generación de memoria. "Son los linfocitos los que van a guardar una especie de recuerdo en su estructura de manera que, cuando se vuelvan a encontrar con el agente extraño, se genere una nueva respuesta defensiva más rápida y específica", continúa la experta.

## LAS DOS CARAS DE LA INVESTIGACIÓN

Las actuales investigaciones en torno al sistema inmunológico se dividen en dos líneas. La primera, la activación, es decir, qué hay que hacer para incrementar la actividad del entramado defensivo del organismo. En este campo se desarrolla la inmunología antitumoral que consiste en intentar que el sistema inmunitario reconozca como extrañas las células tumorales y actúe directamente sobre ellas. "El organismo no identifica como nocivas las células cancerígenas cuando, en realidad, sí lo son porque se han transformado; han mutado de células propias, sanas, a tumorales, y han aprendido a evadir la respuesta inmune. Por eso el cáncer es tan difícil de combatir", asegura González Rey.

La segunda línea se centra en lo contrario, es decir, en la inactivación del sistema inmunológico que se provoca en las enfermedades autoinmunes para intentar que el organismo deje de atacar a las células propias. "En este tipo de dolencias se usan compuestos o formulaciones para dormir o reducir al máximo la actividad de las defensas: los inmunosupresores", declara.

Sin embargo, estos pueden tener efectos negativos en determinadas condiciones en las que se necesita un sistema inmunitario activo. Por ejemplo, en un quirófano, durante una operación o trasplante, donde es habitual que el paciente se infecte. "La respuesta del sistema inmunitario debe estar controlada. Si esa vigilancia no lo ejerce el propio sistema de defensa, hay que ayudarlo. De ahí el uso de inmunosupresores en situaciones de hiperreactividad del sistema inmunológico como la autoinmunidad", continúa.

En los últimos años, se investiga la capacidad inmunoreguladora de las células madre mesenquimales, aquéllas que pueden producir más de un tipo de célula especializada. "Se está intentando demostrar las posibles aplicaciones o potencialidades de estas células en distintos casos de activación del sistema inmunológico", explica González Rey.

En este sentido, González Rey señala que la primera reacción del sistema inmunitario ante un patógeno es lenta debido a la gran cantidad de tipos celulares que pueden participar en la defensa. "Sin embargo, cuando ya se ha tenido un contacto previo con el agente extraño, se almacena un tipo de memoria inmunológica que lo reconoce, aísla y neutraliza de forma que, la segunda vez que se encuentre con él, la respuesta será mucho más rápida", aclara.

### Defensa a tres líneas

Como cualquier sistema de protección que se precie, el inmunitario está formado por varias líneas de defensa que ofrecen distintos grados de respuesta. Así, la primera barrera con la que se encuentra un elemento invasor la integrarían la piel, las lágrimas, la cera de los oídos, la saliva, mucosas, como las nasales, o los jugos gástricos. "Es física, muy primaria, destinada a evitar la entrada de virus y bacterias, fundamentalmente", explica la experta.

**Elena González: "A medida que nos enfrentamos a nuevas enfermedades, el organismo adquiere la capacidad de saber con quién se ha encontrado y de combatirlo específicamente"**

Si el patógeno traspasa esta barrera, entra en funcionamiento la inmunidad innata, integrada por células que actúan de forma veloz y contundente. "Es una respuesta citotóxica, es decir, para matar al patógeno, e inespecífica, pero rápida y simple, en el sentido de que intervienen pocos tipos celulares y éstos son sencillos", argumenta. Y añade: "En este grupo están, por ejemplo, los leucocitos o glóbulos blancos, entre los que se incluyen los fagocitos que cumplen dos funciones básicas: engullir de forma indiscriminada y devastadora al extraño y comunicar su presencia en el sistema".

La inmunidad innata está presente en casi todas las formas de vida, desde los organismos más básicos a nivel evolutivo, como las esponjas, hasta los más complejos como los vertebrados o mamíferos.

Estos seres vivos, más evolucionados, han desarrollado, además, una tercera barrera defensiva, más complicada, que se pone en marcha al ser activada



Imagen de la serie 'Érase una vez... la vida'.

## ÉRASE UNA VEZ... LA VIDA

A finales de los 80, principios de los 90, se asomaba a la pequeña pantalla una serie de dibujos animados que mostraba, de forma divertida, didáctica y divulgativa, el funcionamiento del cuerpo humano. Los niños de la época, y muchos adultos, recordarán las aventuras de Pedro, el Maestro, Flor, Pedrito, El Gordo... y los malos, dos individuos de grandes narices, eternamente rojas, altos y grandotes, uno, pequeño y pelirrojo, el otro.

De la mano de estos personajes, el espectador se introducía, metafórica y realmente, en el interior del corazón, el cerebro, los pulmones o el hígado, y conocían los

mecanismos de funcionamiento del torrente sanguíneo, la digestión o la respiración.

También el sistema inmunológico merecía un capítulo. En él, los glóbulos blancos aprenden desde pequeños, en una escuela especializada, la misión más importante de sus vidas: reconocer a los posibles enemigos y combatirlos. Conocen el timo, el órgano donde se forman las defensas del cuerpo; identifican a las células buenas mediante un carné de identidad genético; y alucinan con su propia capacidad para desdoblarse mediante mitosis, cuando son insuficientes para luchar contra el invasor.

Además, los linfocitos B viajan en naves espaciales desde donde sueltan al cuerpo de paracaidistas o anticuerpos; los fagocitos son aspiradoras que absorben lo que encuentran a su paso; y los macrófagos se parecen a los 'tragabolas': una gran boca articulada que, además de virus y bacterias, engulle polvo, suciedad y cualquier partícula tóxica que se ponga a su alcance.

En definitiva, la serie presenta al sistema inmunológico como lo que es: un gran ejército de soldados-célula, siempre atento y dispuesto a intervenir ante la intromisión de elemento extraño. Y con un lema: vigilancia, información y coordinación.

por las células de la inmunidad innata: la inmunidad adaptativa. “A medida que nos enfrentamos a nuevas enfermedades, el organismo adquiere la capacidad de saber con quién se ha encontrado y de combatirlo específicamente sin dañar a otros tejidos o estructuras del individuo”, señala la investigadora.

De este modo, si en la inmunidad innata se reconocía al invasor, en la adaptativa se forma la memoria inmunológica. “Ésta se encarga, entre otras funciones, de producir anticuerpos, es decir, un tipo de proteínas con capacidad para neutralizar un patógeno concreto”, sostiene.

## Un ejército de células

En este nivel, a diferencia del innato, aparecen células más especializadas, como los linfocitos, que montan una respuesta específica contra el patógeno gracias a la información que les proporcionan los fagocitos. Estos comunican la presencia de enemigos en el sistema, indicando el tipo de invasor. “Cada elemento nocivo tiene un código diferente. Así podemos reconocerlo y usar los mecanismos adecuados para derrotarlo”, explica.

Los linfocitos, por su parte, no sólo identifican al extraño por la información facilitada por los fagocitos. También

son capaces, por sí solos, de reconocer las partículas perjudiciales. Estas células se dividen en dos tipos: linfocitos T, que comandan el ataque, y activan a los linfocitos B, los segundos, para que entren en acción. “Si los fagocitos engullían cualquier invasor, los linfocitos se especializan contra un solo enemigo”, aclara la experta.

Finalmente, los tipo B, al ser activados, producen dos clases de respuesta: humoral, generando anticuerpos, sustancias con capacidad para neutralizar un patógeno concreto; y celular, mediante la producción de células de memoria, que se encargan de recordar aquello que las activó para que, al encontrarse de nuevo con los mismos invasores, puedan atacarlos antes incluso de que el cuerpo enferme.

Con esta información en su haber, el organismo dispone de las herramientas necesarias para enfrentarse a sus enemigos. La tarea no es fácil y el combate se presenta cruento. “Tenemos capacidad para responder a miles de tipos de moléculas diferentes, presentes en patógenos distintos. Nuestro organismo está muy preparado. Pero, los agentes nocivos acechan por todos lados...”, comenta la investigadora. Así, pues, como diría Julio César, por muchos considerado uno de los más grandes estrategas de todos los tiempos: “*Alea jacta est!*” |

# VIRUS COMPLEJOS, BACTERIAS BUENAS

**Según la investigadora, la peligrosidad de virus y bacterias depende de su complejidad. Un ejemplo común es el virus de inmunodeficiencia humana – VIH-, con capacidad para insertarse en el material genético de las células y alterar la producción habitual de proteínas necesarias para el organismo. “Cada célula está formada por una serie de genes de los que depende la creación de proteínas. Cuando el virus interrumpe este complejo proceso, el organismo celular se bloquea y no sabe lo que tiene que producir. Por eso es tan peligroso”, comenta.**

**Pero no todos los agentes infecciosos son destructivos. Algunos son beneficiosos. Es el caso de las bacterias comensales que se encuentran en el intestino, la boca o la piel. Su nombre se debe al provecho que obtienen del cuerpo o tejido en el que se hospedan.**

**El beneficio es mutuo ya que el organismo también obtiene alguna ventaja con su presencia, desde ayuda para realizar la digestión hasta fortalecer las defensas. “Estos microorganismos son necesarios porque han enseñado al sistema inmune a reconocerlos**

**como propios y a diferenciarlos de las patógenos. Esta identificación es importante ya que, cuando un agente extraño entra en un espacio que no es el suyo, altera esa zona y produce un desequilibrio en la flora bacteriana endógena”, explica la experta.**

**Esto es lo que ocurre con la gastritis, es decir, la desestabilización de los microorganismos intestinales, o con los antibióticos que, a la hora de impedir o eliminar las bacterias nocivas, destruyen también parte de la flora normal.**