



Introducción a la fisiología: la célula y la fisiología general

1. Organización funcional del cuerpo humano y control del «medio interno»
2. La célula y sus funciones
3. Control genético de la síntesis proteica, las funciones de la célula y la reproducción celular

Organización funcional del cuerpo humano y control del «medio interno»

El objetivo de la fisiología es explicar la *función* de los seres vivos y de sus componentes. En la fisiología humana nos preocupan en especial las características del cuerpo humano que nos capacitan para percibir nuestro entorno, movernos, pensar y comunicarnos, reproducirnos y realizar todas las funciones que nos permiten sobrevivir y desarrollarnos como seres vivos.

La fisiología humana es una materia amplia que comprende las funciones de las moléculas y los componentes subcelulares, los tejidos, órganos y sistemas como el aparato cardiovascular, y las interacciones y comunicaciones que se mantienen entre dichos componentes. Una característica distintiva de la fisiología es que intenta integrar las funciones de todas las partes del cuerpo para entender la función del cuerpo humano en su conjunto. La vida del ser humano se basa en su funcionalidad global, que es considerablemente más compleja que la suma de las funciones de cada célula, tejido y órgano que lo componen.

Las células son las unidades vivas del cuerpo. Cada órgano es un agregado de muchas células que se mantienen unidas mediante estructuras intercelulares de soporte. El cuerpo en su conjunto contiene entre 75 y 100 billones de células, cada una de las cuales se adapta para realizar funciones especiales. Esas funciones celulares individuales se coordinan mediante muchos sistemas reguladores que actúan sobre las células, los tejidos, los órganos y los sistemas corporales.

Aunque las múltiples células del cuerpo humano son muy diferentes entre sí respecto a sus funciones específicas, todas ellas comparten determinadas características básicas. Por ejemplo: 1) en todas ellas, el oxígeno se combina con los productos del metabolismo de la grasa, los hidratos de carbono o las proteínas para liberar la energía necesaria para mantener las funciones de las células; 2) prácticamente todas las células tienen la capacidad de reproducirse y, siempre que se destruyen células, las restantes regeneran nuevas células hasta restaurar el cupo, y 3) las células están bañadas en el líquido extracelular, cuya composición se regula con precisión.

Mecanismos «homeostásicos» de los principales sistemas funcionales (p. 4)

Esencialmente, todos los órganos y tejidos del cuerpo realizan funciones que ayudan a mantener relativamente constantes los componentes del líquido extracelular, una situación que se denomina *homeostasis*. Gran parte de este texto sobre

fisiología está dedicada a la forma en que cada célula, tejido u órgano contribuye a la homeostasis.

Transporte en el líquido extracelular y sistema de mezcla: aparato circulatorio

El líquido extracelular se transporta por todo el organismo en dos etapas. La primera de ellas consiste en el movimiento de la sangre por el *aparato circulatorio*; la segunda es el movimiento del líquido entre los capilares sanguíneos y las células. El aparato circulatorio mantiene los líquidos del entorno interno continuamente, mezclando la sangre mediante el bombeo a través del sistema vascular. A medida que la sangre atraviesa los capilares, una gran porción del líquido que contiene se difunde entrando y saliendo del líquido intersticial que se encuentra entre las células, permitiendo el intercambio continuado de sustancias entre las células y el líquido intersticial y entre el líquido intersticial y la sangre.

Origen de los nutrientes en el líquido extracelular

- El *aparato respiratorio* proporciona el oxígeno al cuerpo y elimina el dióxido de carbono.
- El *aparato digestivo* digiere los alimentos y absorbe los distintos nutrientes, incluidos los hidratos de carbono, los ácidos grasos y los aminoácidos, hacia el líquido extracelular.
- El *hígado* modifica la composición química de muchas de las sustancias absorbidas, de manera que puedan utilizarse mejor; otros tejidos del cuerpo (p. ej., adipocitos, riñones o glándulas endocrinas) colaboran en la modificación que sufren las sustancias absorbidas o las almacenan hasta que sean necesarias.
- El *sistema musculoesquelético* está formado por los músculos esqueléticos, los huesos, los tendones, las articulaciones, el cartílago y los ligamentos. Sin este sistema, el cuerpo no podría moverse para situarse de la forma apropiada a la hora de obtener los alimentos que necesita para nutrirse. Este sistema también protege los órganos internos y proporciona el soporte para el cuerpo.

Eliminación de los productos finales metabólicos (p. 5)

- El *aparato respiratorio* no solo proporciona oxígeno al líquido extracelular, sino que también elimina el dióxido de carbono que se produce en las células, se libera desde la sangre hacia los alvéolos y, después, se libera hacia el exterior.
- Los *riñones* excretan la mayoría de los productos de desecho, excepto el dióxido de carbono. Los riñones desempeñan un importante papel regulando la composición del líquido extracelular, al controlar la excreción de sales, agua y productos de desecho de las reacciones químicas de las células. Al

controlar el volumen y la composición del líquido corporal, los riñones también regulan el volumen sanguíneo y la presión arterial.

- El *hígado* elimina ciertos productos de desecho producidos en el cuerpo, así como las sustancias tóxicas ingeridas.

Regulación de las funciones corporales

- El *sistema nervioso* dirige la actividad del sistema muscular, con lo que proporciona la locomoción. También controla la función de muchos órganos internos a través del sistema nervioso autónomo y nos permite percibir nuestro entorno externo e interno y ser seres inteligentes, de manera que podamos obtener las condiciones más ventajosas para la supervivencia.
- Los *sistemas hormonales* controlan muchas de las funciones metabólicas de las células, como el crecimiento, el metabolismo y las actividades especiales asociadas a la reproducción. Las hormonas se segregan en el torrente sanguíneo y se transportan hacia los tejidos a través del cuerpo para regular la función celular.

Protección del cuerpo

- El *sistema inmunitario* proporciona al cuerpo un mecanismo de defensa que lo protege frente a invasores externos como las bacterias y los virus, a los cuales está expuesto cada día.
- El *sistema tegumentario*, formado principalmente por la piel, proporciona protección frente a las lesiones y defensas frente a los invasores externos, así como protección frente a la deshidratación de los tejidos subyacentes. La piel también sirve para regular la temperatura corporal.

Reproducción

El *aparato reproductor* permite la formación de nuevos seres como nosotros. Incluso esta función puede considerarse una función homeostática, ya que genera nuevos cuerpos en los que pueden existir billones de nuevas células en un medio interno muy bien regulado.

Sistemas de control del organismo (p. 6)

El cuerpo humano posee cientos de sistemas de control que son esenciales para la homeostasis. Por ejemplo, los sistemas genéticos actúan en todas las células para controlar las funciones tanto intra- como extracelulares. Otros sistemas de control actúan dentro de los órganos, o a través de todo el cuerpo, para controlar las interacciones entre los órganos.

La regulación de las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en el líquido extracelular es un buen ejemplo de los múltiples sistemas de control que actúan juntos. En este ejemplo, el aparato respiratorio actúa en colaboración con el sistema nervioso. Cuando la concentración de dióxido de carbono en sangre aumenta por encima de lo normal, el centro respiratorio se excita haciendo que la persona respire de forma rápida y profunda. En consecuencia, aumenta la espiración de dióxido de carbono y, por tanto, su eliminación de la sangre y del líquido extracelular hasta que la concentración vuelve a la normalidad.

Valores normales de los principales componentes del líquido extracelular

En la tabla 1-1 se muestran algunos de los componentes principales del líquido extracelular junto a sus valores normales, intervalos normales y límites máximos que se pueden soportar durante breves períodos de tiempo sin que se produzca la muerte. Obsérvese que los intervalos son muy estrechos. Los valores fuera de dichos intervalos son, normalmente, la causa o la consecuencia de la enfermedad.

Características de los sistemas de control

La mayoría de los sistemas de control del organismo funcionan mediante mecanismos de *retroalimentación negativa*. Para regular la concentración de dióxido de carbono, sabemos que una alta concentración de dióxido de carbono en el líquido extracelular aumenta la ventilación pulmonar, lo que a su vez disminuye la concentración de dióxido de carbono hacia valores normales. Este es un ejemplo de *retroalimentación negativa*; cualquier estímulo que intente modificar la concentración de dióxido de carbono será contrarrestado por una respuesta que influya *negativamente* en el estímulo desencadenante.

El grado de efectividad con el que un sistema de control mantiene constantes las condiciones depende de la *ganancia* de la retroalimentación negativa. La ganancia se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia} = \text{Corrección/Error}$$

Algunos sistemas de control, como aquellos que regulan la temperatura corporal, ofrecen ganancias de retroalimentación que pueden llegar hasta -33 , lo que implica que se necesita un grado de corrección 33 veces mayor que el error residual.

Los sistemas de control anterógrado se anticipan a los cambios. Al existir muchas interconexiones entre los sistemas de control, el control total de una función corporal concreta puede ser más complejo de lo que podría explicarse por

© ELSEVIER. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Tabla 1-1. Algunos componentes importantes y características físicas del líquido extracelular, intervalo normal de control y límite no mortal aproximado durante períodos breves

Parámetro	Unidades	Promedio de valores normales	Intervalo normal	Límite no mortal aproximado
Oxígeno	mmHg	40	35-45	10-1.000
Dióxido de carbono	mmHg	40	35-45	5-80
Ión sodio	mmol/l	142	138-146	115-175
Ión potasio	mmol/l	4,2	3,8-5	1,5-9
Ión calcio	mmol/l	1,2	1-1,4	0,5-2
Ión cloruro	mmol/l	108	103-112	70-130
Ión bicarbonato	mmol/l	28	24-32	8-45
Glucosa	mg/dl	85	75-95	20-1.500
Temperatura corporal	°C	37	37	18,3-43,3
Acidobásico	pH	7,4	7,3-7,5	6,9-8

una simple retroalimentación negativa. Por ejemplo, algunos movimientos del cuerpo se producen con tanta rapidez que no existe tiempo suficiente para que las señales nerviosas se desplacen desde algunas partes periféricas del organismo hacia el cerebro y, después, vuelvan hacia la periferia a tiempo de controlar los movimientos. Por lo tanto, el cerebro debe aplicar un control anterógrado para producir las concentraciones musculares necesarias. Las señales nerviosas sensoriales procedentes de las partes en movimiento informan retrospectivamente al cerebro sobre si se ha ejecutado correctamente el movimiento apropiado, tal como ha sido diseñado por el cerebro. Si no ha sido así, el cerebro corrige las señales anterógradas que enviará hacia los músculos la próxima vez que se necesite ese movimiento. Este tipo de control también se conoce como *control adaptativo* y, en cierto sentido, es una retroalimentación negativa diferida.

A veces, la retroalimentación positiva puede causar ciclos viciosos y muerte; otras puede ser útil. Un sistema que utiliza la retroalimentación positiva responde a una perturbación con modificaciones que la amplifican y, por tanto, conduce a una inestabilidad más que a una estabilidad. Por ejemplo, una hemorragia intensa puede reducir la presión arterial hasta un nivel en el que el flujo sanguíneo hacia el corazón no sea suficiente para mantener un bombeo cardíaco normal. Por tanto, la presión arterial se reduce todavía más, lo que a su vez disminuye el flujo sanguíneo hacia el corazón y provoca una debilidad aún mayor de dicho órgano. Cada ciclo de esta retroalimentación provoca una reacción mayor del mismo tipo, lo que constituye un ciclo de *retroalimentación positivo* o un *ciclo vicioso*.

En algunos casos, el organismo usa la retroalimentación positiva para su propio beneficio. Un ejemplo de esto es la generación de señales nerviosas. Cuando la membrana de la fibra nerviosa se estimula, se produce una pequeña pérdida de iones sodio hacia la célula provocando la apertura de más canales, una mayor entrada de sodio, más modificaciones del potencial de membrana, etc. Por tanto, una ligera pérdida de sodio hacia la célula se convierte en una explosión de sodio que entra en el interior de la fibra nerviosa, con lo que se crea el potencial de acción nervioso.

Resumen: automatismo del organismo (p. 9)

El organismo consiste en un ente social en el que se organizan del orden de 75 a 100 billones de células organizadas en varias estructuras funcionales, las mayores de las cuales se denominan *órganos*. Cada estructura funcional, u *órgano*, desempeña su papel en el mantenimiento de un medio interno constante. Mientras se mantenga la homeostasis, las células del organismo

continuarán viviendo y funcionando correctamente. Por tanto, cada célula se beneficia de la homeostasis y, a su vez, contribuye al mantenimiento de la misma. Esta interrelación recíproca proporciona un *automatismo* continuo del organismo hasta que uno o varios sistemas funcionales pierden su capacidad de contribuir con su parte a la funcionalidad. Cuando esto sucede, sufren todas las células del organismo. La disfunción extrema provoca la muerte y la disfunción moderada provoca la enfermedad.