

# TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA FISIOLÓGÍA

## 1.1. CONCEPTO DE FISIOLÓGÍA

La **fisiología** es el estudio del funcionamiento normal de un organismo vivo y las partes que lo componen, incluidos sus procesos físicos y químicos. La palabra fisiología significa literalmente "estudio de la naturaleza". Aristóteles (384-322 a.C.) utilizó el término en este sentido amplio para describir el funcionamiento de todos los organismos vivos, no solamente el del cuerpo humano. Pero Hipócrates (hacia 460-377 a.C.), considerado el padre de la medicina, usaba el término fisiología con el significado de "el poder curativo de la naturaleza", y por lo tanto la disciplina se asoció más estrechamente a la medicina. Hacia el siglo XVI en Europa, la fisiología se había establecido formalmente como el estudio de las funciones vitales del cuerpo humano, aunque hoy, el término se usa nuevamente para referirse al estudio de las funciones de todos los animales y las plantas.

En contraste, la **anatomía** es el estudio de la estructura, con mucho menos énfasis en la función. A pesar de esta distinción, la anatomía y la fisiología no pueden en realidad separarse. La función de un tejido u órgano se relaciona estrechamente con su estructura, y se supone que esta estructura evolucionó para brindar una base física eficaz para su función.

Es una **ciencia multidisciplinaria**. Los fisiólogos consideran que los procesos que tienen lugar en el organismo siguen las mismas leyes físico-químicas que rigen el mundo inanimado e intentan describir las funciones biológicas apoyándose en conceptos físicos, químicos y de ingeniería.

Es una **ciencia integradora**. Los fisiólogos están entrenados para pensar en la integración de las funciones a través de varios niveles de organización, desde las moléculas al organismo vivo. (*Integrar significa sumar varios elementos para crear un todo unificado*). Uno de los desafíos actuales de la fisiología es integrar la información sobre los diferentes sistemas y órganos para obtener una visión completa del organismo humano vivo.

## 1.2. NIVELES DE ORGANIZACIÓN

El cuerpo humano está organizado por niveles estructurales y funcionales de complejidad creciente. En esta organización, cada nivel incorpora elementos del nivel previo y las disciplinas que se ocupan de estudiar cada uno de estos niveles se solapan considerablemente entre sí.

Una característica distintiva de la fisiología es que comprende muchos niveles de organización, desde el nivel molecular en adelante hasta una especie.



### 1.3. HOMEOSTASIS

La **homeostasis** es el mantenimiento de la constancia del **medio interno** por la acción coordinada de los procesos fisiológicos. También forma parte de la homeostasis el mantenimiento de la constancia estructural y funcional de las células, tejidos y órganos.

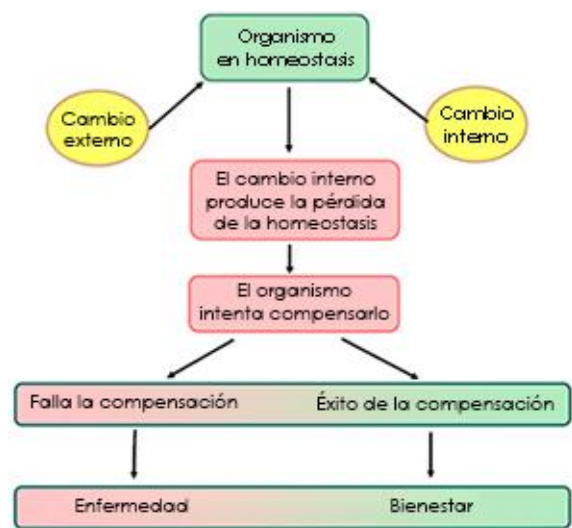
La homeostasis y la regulación del medio interno constituye uno de los preceptos fundamentales de la fisiología, puesto que un fallo en la homeostasis deriva en un mal funcionamiento de los diferentes órganos.

El concepto de un medio interno relativamente estable fue desarrollado por el médico francés Claude Bernard a mediados del siglo XIX.

En 1929, un fisiólogo estadounidense llamado Walter B. Cannon creó la palabra homeostasis para describir la regulación de este medio interno. Cannon propuso una lista de parámetros que se encuentran bajo control homeostático y los procesos que mantienen su constancia.

El medio interno acuoso de los animales multicelulares se llama líquido extracelular. El líquido extracelular sirve como transición entre el medio externo del organismo y el líquido intracelular del interior de las células. Como el líquido extracelular es una zona reguladora entre el mundo exterior y la mayoría de las células del cuerpo, hay procesos fisiológicos complejos que han evolucionado para mantener relativamente estable su composición.

Cuando la composición del líquido extracelular se aleja de su rango de valores normales, se activan mecanismos compensatorios que lo llevan a su estado normal (*sensores, centros integradores y respuesta de las células y órganos*). Si la compensación tiene éxito, la homeostasis se restablece. Si la compensación falla, puede aparecer la enfermedad.



### 1.4. COORDINACIÓN DE LA HOMEOSTASIS

Tejidos, órganos y sistemas realizan funciones que ayudan a mantener la homeostasis.

- El **sistema endocrino**. La actividad de los diferentes órganos y sistemas necesita ser coordinada y regulada de manera que estos puedan actuar juntos para satisfacer las necesidades del organismo. El sistema endocrino, a través de sus hormonas, ayuda a regular el crecimiento, la función reproductora, a controlar el metabolismo celular, y a mantener el equilibrio hídrico y el pH interactuando con el sistema renal. El sistema endocrino detecta cambios y libera reguladores químicos (*hormonas*) generando cambios lentos.
- El **sistema nervioso**. Constituye otro sistema regulador y coordinador de la actividad de los diferentes órganos y sistemas. El sistema nervioso detecta señales y envía impulsos nerviosos que inducen cambios rápidos.
- El **sistema respiratorio**. La energía requerida para desarrollar las numerosas funciones del cuerpo deriva fundamentalmente de la respiración que constituye la función fundamental del sistema respiratorio. El proceso de respiración involucra la oxidación de azúcares y grasas para liberar en forma de ATP la energía que estas moléculas contienen. El oxígeno necesario para este proceso se obtiene en la ventilación pulmonar y se transporta a los diferentes tejidos y órganos a través de la sangre. A su vez, el dióxido de carbono generado por la actividad metabólica de las células es transportado de vuelta a los pulmones.

- El **sistema urinario**. La función más importante del sistema urinario es la regulación del equilibrio de agua y de los iones que han pasado a la sangre producto de la actividad metabólica de las células (*balance hidro-electrolítico*). Sirve para mantener la composición de los líquidos corporales perfecta y adecuada a las necesidades.
- El **aparato digestivo**. Su función es la de incorporar al organismo los nutrientes necesarios que se derivan de la ingesta de alimentos y la eliminación de los productos de desecho de la digestión. Estos nutrientes sirven para reparar las estructuras celulares y producir energía.
- El **sistema tegumentario**. Asegura la integridad física y mecánica.
- El **sistema músculo esquelético**. Su función principal es el movimiento del cuerpo, el mantenimiento de la postura y la respiración. También proporciona el soporte físico para los órganos internos y una protección para los mismos.
- El **sistema inmunitario**. Proporciona las defensas del organismo contra la acción de agentes externos (*patógenos*) a través de la eliminación de éstos y de las células enfermas o muertas del propio organismo.
- El **aparato cardiovascular**. La sangre "recoge" el oxígeno de los pulmones y los nutrientes en el intestino, los hace llegar hasta los distintos tejidos mientras "recoge" nuevamente los productos de desecho para expulsarlos en los diferentes órganos excretores. También juega un papel importante en la comunicación entre células y en la defensa del organismo y modula la función de otros órganos y sistemas a través de la interacción con el sistema endocrino.

## 1.5. MECANISMOS DE CONTROL

La homeostasis del cuerpo se ve continuamente alterada. Algunas de las alteraciones provienen del medio externo (*fuera del cuerpo*) en forma de agresiones físicas, como el calor intenso de un verano en una región tropical o la falta de oxígeno suficiente para una carrera. Otras alteraciones se originan en el medio ambiente interno (*dentro del cuerpo*); por ejemplo, la disminución de la glucemia al saltarse el desayuno.

Afortunadamente, el cuerpo posee muchos sistemas de regulación que pueden restaurar el equilibrio del medio interno. Por lo general, el sistema nervioso y el sistema endocrino en conjunto o de forma independiente toman las medidas correctivas necesarias.

### 1.5.1. CONTROL LOCAL

Las señales autocrinas y paracrinas son las responsables de los sistemas de control más simples. En el control local, una célula o tejido detecta un cambio en su entorno inmediato y responde. La respuesta se restringe a la región donde tuvo lugar el cambio, de allí el término de control local.

Un ejemplo de control local puede observarse cuando disminuye la concentración de oxígeno en un tejido. Las células que recubren los capilares sanguíneos que llevan sangre a esa área detectan la caída de oxígeno y responden secretando una señal paracrina. La molécula paracrina relaja el músculo de la pared del vaso, dilatándolo y permitiendo la llegada de más sangre y por ende más oxígeno al área.

### 1.5.2. CONTROL REFLEJO

En una vía de control refleja, la coordinación de la reacción se encuentra fuera del órgano que efectúa la respuesta. Utilizaremos el término reflejo para denominar cualquier vía de larga distancia que utilice el

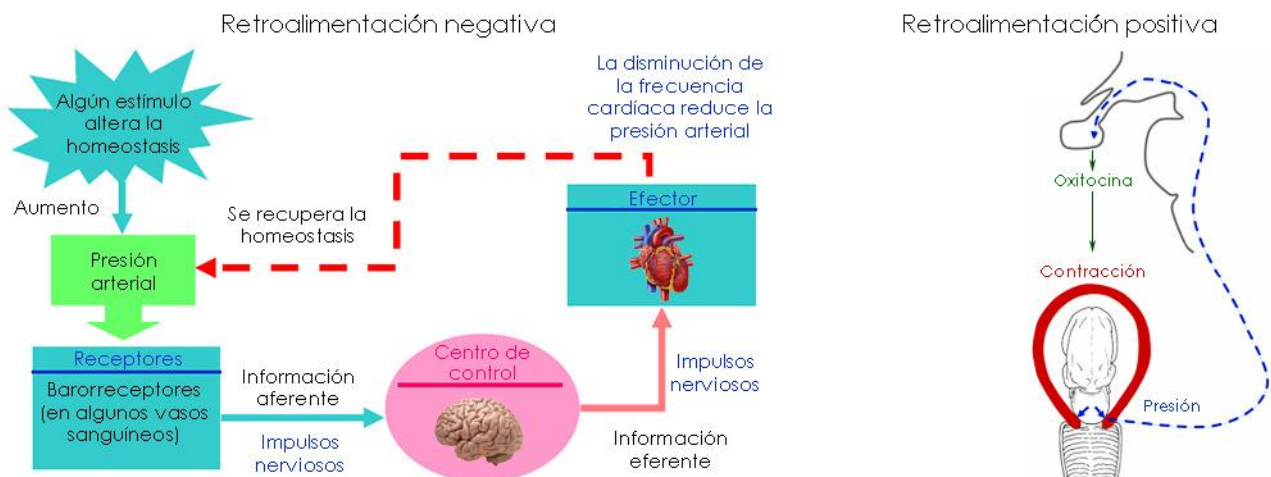
sistema nervioso, el sistema endocrino, o ambos, para percibir datos sobre un cambio, integrar la información y reaccionar de manera adecuada. Células distantes controlan la respuesta.

El control reflejo presenta los siguientes componentes:

- **Receptor:** es la estructura del cuerpo que observa cambios en una condición controlada y envía información a un centro regulador. Habitualmente, la señal de entrada se produce en la forma de impulsos nerviosos o señales químicas.
- **Centro de control o integrador:** (por ejemplo el cerebro) establece el rango de valores entre los cuales determinada condición controlada debe mantenerse, evalúa las señales de entrada que recibe de los receptores y genera señales de salida cuando son necesarias.
- **Efecto:** es la estructura del cuerpo que recibe las señales de salida del centro regulador y produce una respuesta o efecto que modifica la condición controlada.

Un grupo de receptores y efectores en comunicación con su centro regulador conforman un sistema de retroalimentación, que puede regular una condición controlada en el medio interno corporal. En estos sistemas, la respuesta del sistema devuelve información para modificar la condición controlada de alguna forma, ya sea revirtiéndola (*retroalimentación negativa*) o intensificándola (*retroalimentación positiva*).

- **Retroalimentación negativa:** Estos mecanismos revierten o atenúan un cambio en una condición controlada (*glucemia, presión, arterial, osmolaridad*). La acción se detiene cuando la condición controlada regresa a su estado inicial.
- **Retroalimentación positiva:** Estos mecanismos refuerzan o incrementan un cambio en una condición controlada (*diámetro cuello útero, coagulación*). La respuesta fortalece al estímulo: círculo vicioso. Se interrumpe por agentes externos al sistema.



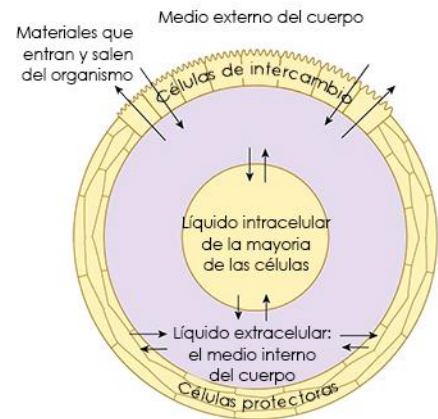
## 1.6. MEDIO INTERNO

Todas las células se encuentran bañadas por el mismo medio: el líquido extracelular (LEC). En el viaje todos los nutrientes que las células precisan, a él vierten sus productos de desecho, posee las características físicas necesarias y las condiciones indispensables para el correcto funcionamiento y supervivencia celular. Por estos motivos el LEC se le denomina el medio interno del cuerpo.

El correcto funcionamiento de las células depende del apropiado aporte de H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, glucosa, etc. y de que sean retirados los productos de desecho.

El medio interno constituye un sistema utilizado por los organismos pluricelulares para permitir el intercambio de sustancias entre el medio externo y las células.

Resulta fundamental que el medio interno mantenga unas condiciones lo más constante posible ya que, en caso contrario las células no funcionan adecuadamente. Sin embargo es importante precisar que el medio interno está sometido a un proceso continuo de renovación y mezcla, tanto con el medio externo como con el LIC (por los intercambios continuos que en ellos se realiza).



## 1.7. COMPARTIMENTOS DE LOS LÍQUIDOS DEL ORGANISMO

En fisiología, un **compartimento** se define como el espacio delimitado por membranas celulares. Según esta definición el total de los líquidos corporales se encuentra repartido en dos grandes compartimentos.

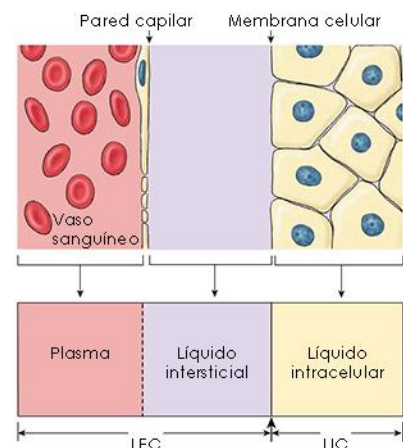
- 1) El compartimento del LIC
- 2) El compartimento del LEC

Ambos compartimentos quedan separados por la membrana celular.

El agua corporal total se encuentra repartida en el organismo entre el LIC y el LEC.

El **compartimento del líquido intracelular** está formado por el componente líquido del citoplasma de todas y cada una de las células, quedando el compartimento delimitado por la membrana plasmática de las mismas.

El **compartimento del líquido extracelular** es el conjunto de líquidos del organismo que se encuentran en todos los espacios situados fuera de las células, quedando delimitado por la cara externa de la membrana plasmática de las mismas. Incluye dos grande subcompartimentos:



- El **líquido intersticial (LIS)**: es el que existe en el espacio que hay entre las células del tejido y actúa como intermediario en el transporte de sustancias entre el plasma y el LIC.
- El **plasma**: es la parte de la sangre que no contiene células.

Entre el plasma y el líquido intersticial se mantiene un intercambio (*equilibrio dinámico*) constante a través de la pared de los capilares de los tejidos (*su pared es muy permeable a casi todos los solutos del LEC salvo a las proteínas*). Ambos subcompartimentos del LEC tienen aproximadamente la misma composición, salvo en el caso de las proteínas que están más concentradas en el plasma.

La composición de los distintos subcompartimentos del LEC es muy similar al encontrarse en un proceso de renovación y mezcla continuo.

El medio interno en los organismos multicelulares es el líquido extracelular.

Las condiciones estables del medio interno son:

- Concentración óptima de gases, elementos nutritivos, iones y agua.

- pH óptimo.
- Temperatura óptima
- Osmolaridad

### 1.7.1. VOLUMEN

El agua es el componente principal del organismo y en ella se encuentran disueltos el resto de los elementos integrantes. En un adulto normal, la cantidad total de agua representa por término medio el 60% del peso corporal. Al total del agua del organismo se le denomina **agua corporal total** (ACT).

El medio interno debe mantener un volumen adecuado de agua que depende de los ingresos y las pérdidas.

El agua que ingresa en el organismo procede de dos fuentes principales:

- La que se ingiere como líquidos o formando parte de los alimentos sólidos.
- La sintetizada en el organismo durante los procesos metabólicos celulares.

Las pérdidas de agua deben estar estrictamente ajustadas a los ingresos diarios del organismo para obtener un balance neto cero. Las fuentes diarias de pérdidas son:

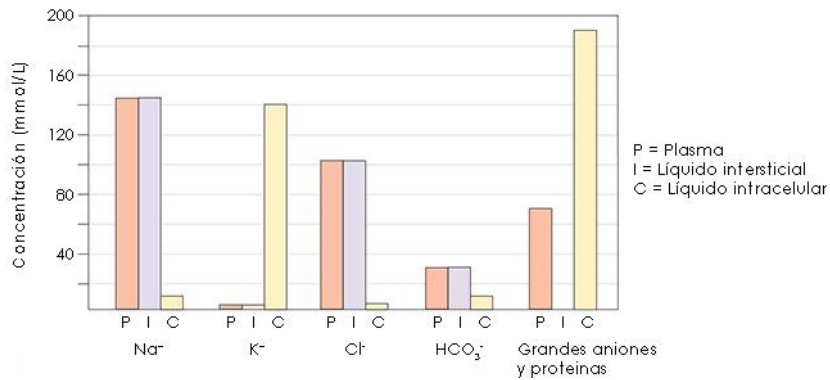
- Pérdidas hídricas insensibles. Ocurren sin que seamos conscientes de ellas y se producen de manera continua. Se deben a los fenómenos de convección (*piel*) y evaporación (*calentamiento del aire en los pulmones*).
- Pérdidas de agua por el sudor. Depende del ejercicio físico y de la temperatura ambiente, entre otros muchos factores.
- Pérdidas de agua con las heces. Normalmente se pierde solo una pequeña cantidad de agua con las heces.
- Pérdidas de agua por la orina. Las restantes pérdidas de agua se producen con la orina producida por los riñones.



### 1.7.2. COMPOSICIÓN

Los distintos compartimentos líquidos están compuestos por:

- El agua. Es el componente principal del organismo y en ella se encuentran disueltos el resto de los elementos integrantes.
- Resto de los elementos integrantes de los distintos compartimentos (*desequilibrio químico*).
  - El LEC contiene grandes cantidades de iones sodio ( $\text{Na}^+$ ) y cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), cantidades bastante elevadas de iones bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), pero solo pequeñas cantidades de iones potasio.
  - El LIC presenta un alto nivel de potasio ( $\text{K}^+$ ) y grandes aniones y proteínas.



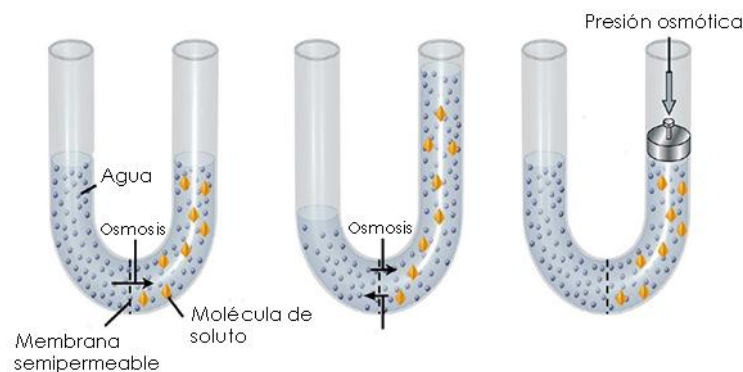
### 1.7.3. OSMOLARIDAD

El intercambio de agua y solutos entre los compartimentos del LIC y el LEC debe realizarse a través de la membrana plasmática de las células. La membrana celular es muy permeable al agua, que se desplaza por difusión rápidamente a través de la misma. Si los compartimentos separados por esta membrana tienen la misma osmolaridad, la cantidad de agua se difunde en ambas direcciones (*hacia el interior y hacia el exterior de la célula*), está equilibrada y no se produce difusión neta de agua. Como consecuencia de ello el volumen de la célula se mantiene constante.

La **osmolaridad** es el número de moléculas disueltas en 1 Kg de disolvente. Se expresa en mOsm/kg de agua.

El proceso de difusión de agua dependiente de un gradiente de concentración se denomina **ósmosis**. La ósmosis consiste en la difusión final de agua a través de una membrana semipermeable desde una zona de mayor dilución a otra con menor dilución.

La membrana celular tiene permeabilidad selectiva a solutos pero el agua se mueve libremente. Si es necesario se desplazará para diluir la solución más concentrada.



Un concepto derivado del fenómeno de la osmosis es el de **presión osmótica** que se define como el grado de presión que debe aplicarse a una solución para detener el flujo neto de disolvente a través de una membrana semipermeable.

- A mayor concentración de solutos, mayor presión osmótica.
- El movimiento osmótico es más rápido que la difusión.

#### 1.7.4. TONICIDAD DE UNA SOLUCIÓN

Un concepto muy relacionado con la osmolaridad es la **tonicidad**. A diferencia de la osmolaridad es un concepto relativo (*no tiene unidades*). La tonicidad de una solución se describe como el cambio de volumen que una célula en equilibrio sufre cuando se coloca en una solución.

Soluciones con una concentración de solutos osmóticamente activos iguales al plasma y presión osmótica similar son **isotónicas** respecto al plasma. El cloruro sódico diluido al 0,9% es una solución isotónica importante en la práctica clínica. Una célula en dicha solución no modifica su volumen, ya que no se produce difusión neta de agua.

Las soluciones con una concentración de solutos osmóticamente activos inferior al plasma y presión osmótica menor se denominan **hipotónicas**. Si se sitúa una célula en una solución hipotónica, el agua penetrará en ella haciendo que se hinche y explote (*hemólisis*).

Las soluciones con una concentración de solutos osmóticamente activos superior al plasma y una presión osmótica mayor se llaman **hipertónicas**. Si se sitúa una célula en una solución hipertónica, difundirá agua de la célula hacia el espacio extracelular. Disminuye el volumen celular (*la célula se arruga*).

