

**Técnico Superior**  
Módulo Transversal

# Fisiopatología general

**Coordinador**

*Francisco Javier Fonseca  
del Pozo*

ARÁN

# Autores

## Coordinador

### **Francisco Javier Fonseca del Pozo**

Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Córdoba. Médico Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. Acreditación profesional excelente en el apartado de Medicina de Urgencias y Emergencias de la Agencia de Calidad Sanitaria de la Junta de Andalucía. Coordinador Nacional del Grupo de Urgencias de la Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMergen)

## Autores

### **José Ignacio Cantero Santamaría**

Médico de Familia. Servicio de Urgencias de Atención Primaria. Centro de Salud El Sardinero. Santander

### **Rafael Ángel Castro Jiménez**

Médico de Familia. Coordinador Servicio Médico. Centro de Menores Infractores Medina Azahara. Córdoba

### **Enrique de Toro Torres**

Médico de Familia. Centro de Salud de La Carlota. Córdoba

**Francisco Javier Fonseca del Pozo**

Médico de Familia. Dispositivo de Cuidados Críticos y Urgencias de Montoro. Córdoba

**Jesús Ocaña García-Donas**

Médico de Emergencias. Empresa Pública de Emergencias Sanitarias 061. Servicio Provincial de Huelva

**Gabriel Jiménez Moral**

Médico de Emergencias. Empresa Pública de Emergencias Sanitarias 061. Servicio Provincial de Córdoba

**María Victoria Maíz Gabino**

Enfermera de Emergencias. Empresa Pública de Emergencias Sanitarias 061. Servicio Provincial de Córdoba

**Fernando María Pérez Pérez**

Médico de Emergencias. Empresa Pública de Emergencias Sanitarias 061. Servicio Provincial de Cádiz

**Daniel Rey Aldana**

Médico de Familia. Centro de Salud A Estrada. A Coruña

**Francisco Javier Saldivar Alarcón**

Médico de Familia. Centro de Salud Villarrubia de los Ojos. Ciudad Real

**Manuela Sánchez González**

Médico de Familia. Dispositivo de Cuidados Críticos y Urgencias. Sevilla

# Índice

## Tema 1

<b>Reconocimiento de la estructura y organización general del organismo humano</b> .....	15
1. Análisis de la estructura jerárquica del organismo.....	16
2. Citología.....	18
3. Histología.....	22
4. Clasificación de los sistemas y aparatos del organismo.....	30
5. Topografía corporal.....	55

## Tema 2

<b>Identificación del proceso de desarrollo de la enfermedad</b> .....	73
1. Proceso patológico.....	74
2. Alteración de la función y estructura normal de la célula.....	75
3. Semiología.....	79
4. Fases y evolución de la enfermedad. Complicaciones e incidencias de la enfermedad.....	80
5. Clínica de la enfermedad.....	83
6. Procedimientos diagnósticos.....	87
7. Recursos terapéuticos.....	92
8. Terminología médica.....	94

## Tema 3

<b>Reconocimiento de los trastornos del sistema inmunitario</b> .....	103
1. Inmunidad .....	104
2. Tipos de inmunidad. Inmunidad natural y específica.....	106
3. Componentes del sistema inmunitario .....	108
4. Trastornos del sistema inmune .....	118
5. Inmunización activa y pasiva .....	122

## Tema 4

<b>Identificación de las características de las enfermedades infecciosas</b> .....	133
1. Agentes infecciosos.....	134
2. Inflamación aguda. Patrones morfológicos de la inflamación aguda.....	149
3. Inflamación crónica y cicatrización .....	155
4. Principales enfermedades infecciosas humanas .....	157
5. Terapéutica infecciosa.....	166

## Tema 5

<b>Identificación del proceso de desarrollo tumoral</b> .....	179
1. Clasificación de las neoplasias .....	180
2. Biología del crecimiento tumoral.....	187
3. Agentes carcinogénicos.....	191
4. Defensas frente a tumores .....	192
5. Manifestaciones locales y generales de los tumores .....	195
6. Gradación y estadificación del tumor .....	197
7. Prevención, diagnóstico y tratamiento de las neoplasias.....	198
8. Neoplasias malignas más frecuentes .....	203

## Tema 6

<b>Reconocimiento de las manifestaciones de enfermedades</b> .....	213
1. Sistema respiratorio .....	214
2. Sistema cardiocirculatorio .....	223
3. Sistema digestivo.....	232
4. Sistema renal y urinario.....	243

## Tema 7

<b>Reconocimiento de los trastornos hemodinámicos y vasculares</b> .....	261
1. Hemostasia y coagulación .....	262
2. Alteraciones de la coagulación.....	267
3. Formación de trombos y émbolos. Trombosis arterial y venosa.....	268
4. Fisiopatología del edema .....	272
5. Repercusiones del bloqueo de riego. Infarto .....	274
6. Patologías relacionadas con alteraciones del flujo sanguíneo.....	278
7. Hipertensión arterial.....	286

## Tema 8

<b>Reconocimiento de trastornos de la alimentación y el metabolismo .....</b>	<b>297</b>
1. Alimentación y nutrición.....	298
2. Fisiopatología de la alimentación: obesidad.....	311
3. Fisiopatología del metabolismo de la glucosa: diabetes. Pruebas diagnósticas...	316
4. Alteraciones del metabolismo de los lípidos: metabolismo y transporte de los lípidos. Aterogénesis. Dislipemias.....	318
<b>Soluciones “Evalúate tú mismo” .....</b>	<b>330</b>



## RECONOCIMIENTO DE LOS TRASTORNOS DEL SISTEMA INMUNITARIO

*Jesús Ocaña García-Donas,  
Francisco Javier Fonseca del Pozo,  
Gabriel Jiménez Moral*

### Sumario

1. Inmunidad
2. Tipos de inmunidad. Inmunidad natural y específica
3. Componentes del sistema inmunitario
4. Trastornos del sistema inmune
5. Inmunización activa y pasiva



En este tema vamos a ir desarrollando los diferentes **tipos de inmunidad**, entendiendo esta como el conjunto de mecanismos que un individuo posee para enfrentarse a la invasión de cualquier cuerpo extraño y para hacer frente a la aparición de tumores.

Vamos a describir los tipos de inmunidad que pueden ser: **natural, inespecífica o innata** que es el primer mecanismo de defensa activo de nuestro organismo contra los patógenos y, a continuación, describiremos la **inmunidad específica o adaptativa** que se adquiere durante el crecimiento.

En un tercer apartado haremos una valoración de los componentes del sistema inmunitario tanto celular como humoral; fundamentalmente nos centraremos en las **inmunoglobulinas**. Describiremos los **trastornos de la inmunización** tanto por respuesta defectuosa, respuesta errónea o por respuesta excesiva.

Por último desarrollaremos los **tipos de inmunización**; la inmunidad específica se va aumentando a lo largo de la vida, y se puede adquirir de forma natural o artificial, activa o pasivamente. La inmunidad adquirida de forma pasiva suele ser a corto plazo y de corta duración. La adquirida activamente tiene una permanencia mucho mayor, a veces de por vida.



[http://www.ugr.es/~eianez/inmuno/cap\\_01.htm](http://www.ugr.es/~eianez/inmuno/cap_01.htm)

## I. INMUNIDAD

La **inmunidad** es el conjunto de mecanismos que un individuo posee para enfrentarse a la invasión de cualquier cuerpo extraño y para hacer frente a la aparición de tumores.

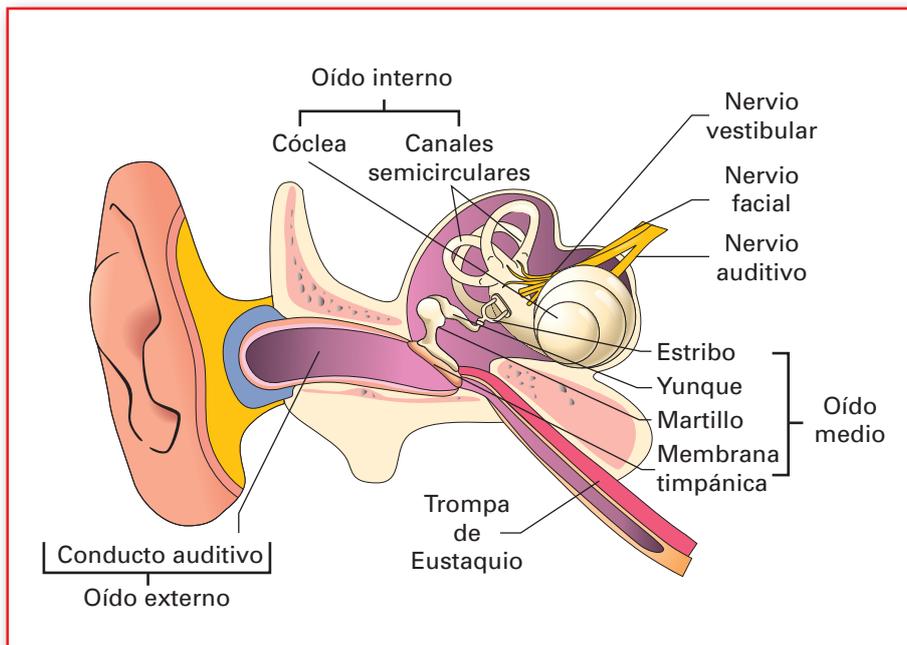
El sistema inmunológico, o sistema inmune, es una red de órganos, tejidos, células y moléculas, relacionados muy estrechamente entre sí y que están distribuidos por todo el cuerpo (Figura 1). Tienen la función de reconocer sustancias extrañas a nuestro organismo y defendernos de ellas. Esta capacidad se denomina **inmunidad**. También reconoce y destruye células anormales que derivan de los tejidos de nuestro propio organismo (como las células tumorales).

El **sistema inmunológico** existe desde el nacimiento pero va madurando y consolidándose durante el desarrollo, disminuyendo su eficacia en las últimas décadas de la vida.

Las **células** y **moléculas** que participan en la defensa inmune llegan a la mayor parte de los tejidos por el torrente sanguíneo, este lo pueden



<http://www.inmunologiaenlinea.es>



**Figura 23.** Estructura del oído.

» **El oído interno:** está formado por el laberinto óseo y el laberinto membranoso; este último contiene un líquido denominado **endolinfa**. En el espacio que hay entre ambos laberintos existe otro líquido llamado **perilinf**. En el oído interno se distinguen tres partes: **vestíbulo (utrículo y sáculo)**, conductos semicirculares y caracol.

## 4.9. Sistema endocrino

Existe otro sistema de coordinación de **tipo químico:** el sistema endocrino, o sistema hormonal, cuya acción se lleva a cabo por medio de compuestos químicos, u hormonas, que actúan en lugar diferente y distante del que son fabricados. Se encuentra íntimamente coordinado con el sistema nervioso, lo que nos permite hablar del sistema neuroendocrino, cuyo centro funcional está representado por el eje hipotálamo-hipófisis.

### 4.9.1. Hormonas

Una **hormona** es una sustancia química secretada en los líquidos corporales, por una célula o un grupo de células que ejercen un efecto fisiológico sobre otras células del organismo. Las hormonas son transportadas por determinadas proteínas hasta llegar al lugar donde ejercen su acción, u órganos diana.



#### RECUERDA QUE

*La cadena de huesecillos martillo, yunque y estribo se articulan entre sí formando un puente transmisor del sonido.*



*Las hormonas son transportadas por determinadas proteínas hasta llegar al lugar donde ejercen su acción, u órganos diana.*

### 6.3.6. Resonancia magnética

Esta técnica emplea un potente campo magnético que produce la emisión de ondas de radiofrecuencia que son recogidas e interpretadas por un equipo informático y traducidas en imágenes de excelente calidad (Figura 12).

### 6.3.7. Ecografía

En esta técnica diagnóstica se utilizan ultrasonidos que, al chocar con la estructura que queremos estudiar, rebotan de forma similar al eco. Ese efecto de rebote es captado por el ecógrafo que lo interpreta en forma de imágenes en tiempo real (Figura 13).



Figura 13. Ecografía abdominal.

### 6.3.8. Endoscopia

Consiste en la introducción por un orificio de una **pequeña cámara** que permite la visualización del interior de las estructuras corporales como, por ejemplo, estómago, recto, colon, bronquios, vejiga, etc.

### 6.3.9. Estudio citológico y anatomopatológico

Es un examen macroscópico y microscópico de pequeñas muestras anatómicas, mediante el uso de tinciones, y el uso de la microscopia se obtienen datos típicos que nos ayudan a diagnosticar todo tipo de enfermedades ya sean infecciosas, tumorales o de cualquier otro tipo.



Figura 12. Resonancia magnética de columna lumbar.



<http://youtu.be/iJqQWW1LgYk>



<http://youtu.be/8kh2-WNxf1?list=UU3WQ9ogR4s4VNhXeq7hf89g>



<http://youtu.be/4XcaVBZYlig?list=UU3WQ9ogR4s4VNhXeq7hf89g>

Clasificación de los microorganismos

TABLA 1

Microorganismos SIN estructura celular	
Virus y similares (viriones, priones, etc.) con un tamaño medio alrededor de 0,1 µm	Los virus son estructuralmente cápsulas proteicas que envuelven fragmentos de ARN o ADN extremadamente pequeños
Microorganismos CON estructura celular	
Organización procariota (sin núcleo diferenciado), con tamaño 10 µm	Arqueobacterias y eubacterias (o bacterias propiamente dichas)
Organización eucariota (con un núcleo diferenciado por una membrana nuclear del resto del citoplasma), con tamaño > 250 µm	Protozoos y algas Hongos

### 1.1. Tipos de agentes infecciosos

Vamos a aclarar algunos **conceptos** que iremos desglosando a lo largo del tema, y que son imprescindibles para la comprensión del mismo.

Se denomina **infección** a la acción de colonización por parte de un agente infeccioso (parásitos microscópicos como bacterias, hongos y virus) en un huésped causándole una enfermedad.



<http://es.slideshare.net/doctor-Alfredo-Bolano/microbiologa1-introduccion-general?related=1>



## AMPLÍA TUS CONOCIMIENTOS

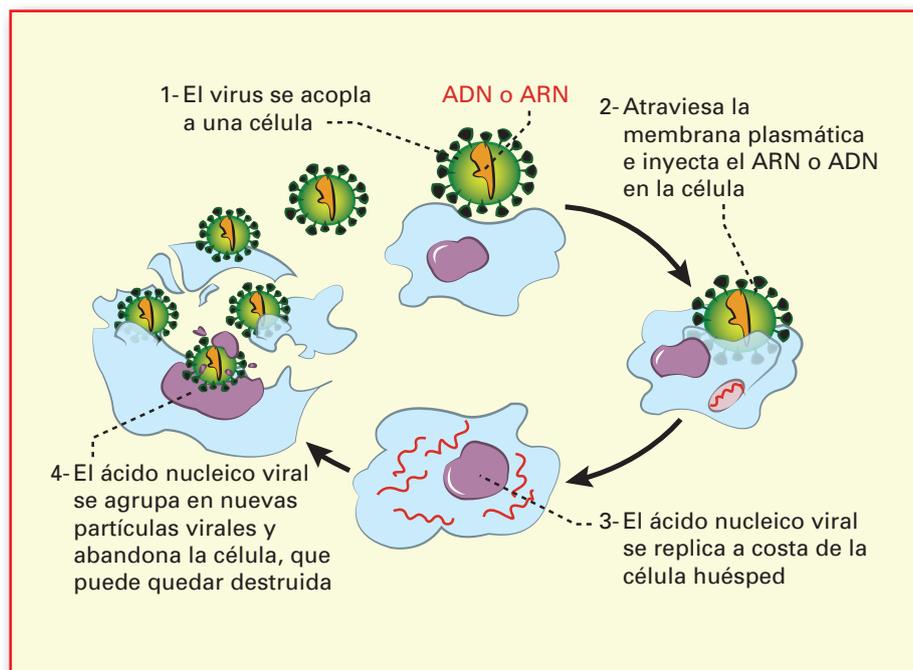
Es probable que prácticamente todos los microorganismos con capacidad para multiplicarse en el hombre puedan provocar enfermedad en individuos susceptibles (que presentan alteraciones en sus mecanismos de defensa). El término **oportunist** es apropiado para esta categoría de agentes patógenos, que aprovechan la "bajada de la guardia" a nivel defensivo para provocar enfermedad, cuando en individuos sanos no son capaces de hacerlo (p. ej., algunos hongos se desarrollan en los pulmones sin producir síntomas en sujetos con las defensas íntegras, siendo capaces de provocar una neumonía grave cuando hay un defecto inmunitario importante, como ocurre en pacientes con sida o sometidos a tratamientos antitumorales).

infecciosas de manera intermitente, por lo general, en asociación con recurrencias clínicas (reaparición de la enfermedad) o subclínicas (individuo sin síntomas) de la enfermedad (p. ej., virus del herpes simple tipos 1 y 2).

Las **virosis lentas** son aquellas en las que el periodo de incubación previo a las manifestaciones clínicas es muy prolongado y se mide en meses o incluso años, sin existir manifestaciones clínicas durante este largo periodo (p. ej., 10 años en el sida).

### Reproducción

La **replicación** se inicia cuando el virus entra en la célula del huésped. El virus entra en la célula gracias a la acción de las enzimas de la cápside, que eliminan la cubierta celular del huésped, y el ADN o ARN viral comienza a dirigir la síntesis de proteínas. Una única partícula viral puede originar de miles de unidades. Determinados virus se liberan destruyendo la célula infectada (lisis celular), y otros, sin embargo, salen de la célula sin destruirla (lisogenia celular). En algunos casos las infecciones son **"silentes"**, es decir, los virus se replican en el interior de la célula sin causar daño evidente (Figura 2).



**Figura 2.** Etapas de la replicación viral.

Un tipo especial de virus son los **retrovirus**, que contienen en su interior ARN, un ejemplo es el virus del sida.



*El virus entra en la célula gracias a la acción de las enzimas de la cápside, que eliminan la cubierta celular del huésped, y el ADN o ARN viral comienza a dirigir la síntesis de proteínas.*



### RECUERDA QUE

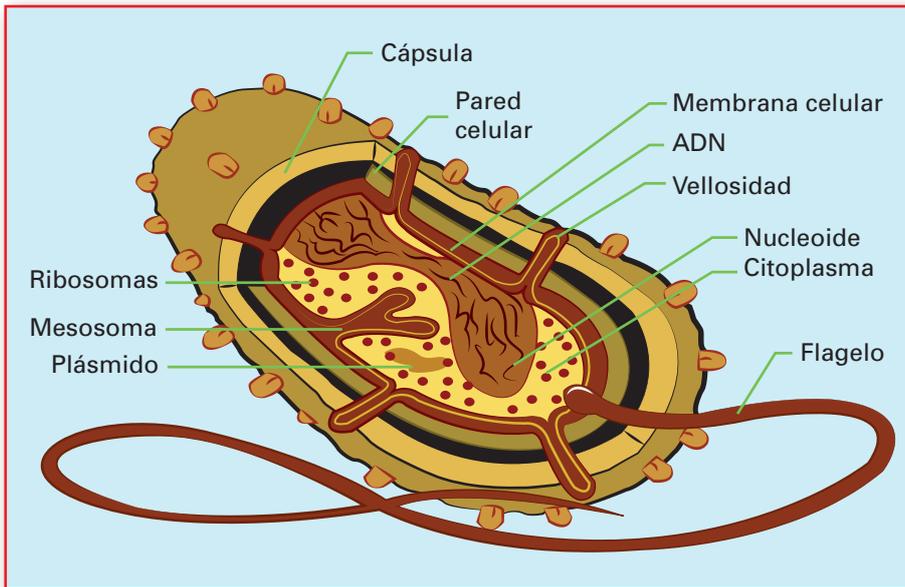
*Los priones descubiertos recientemente son partículas proteicas infecciosas anómalas muy resistentes, que carecen de material genético y solo tienen aminoácidos. Un ejemplo es la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob y su variante la encefalopatía espongiforme bovina, conocida más popularmente como "la enfermedad de las vacas locas".*

adherirse a las superficies celulares o para facilitar la conjugación o paso de material genético de una a otra (fimbrias sexuales). Las bacterias contienen un único cromosoma, denominado genóforo que está constituido por una doble cadena de ADN, cerrada sobre sí misma y muy replegada (Figura 4).



**RECUERDA QUE**

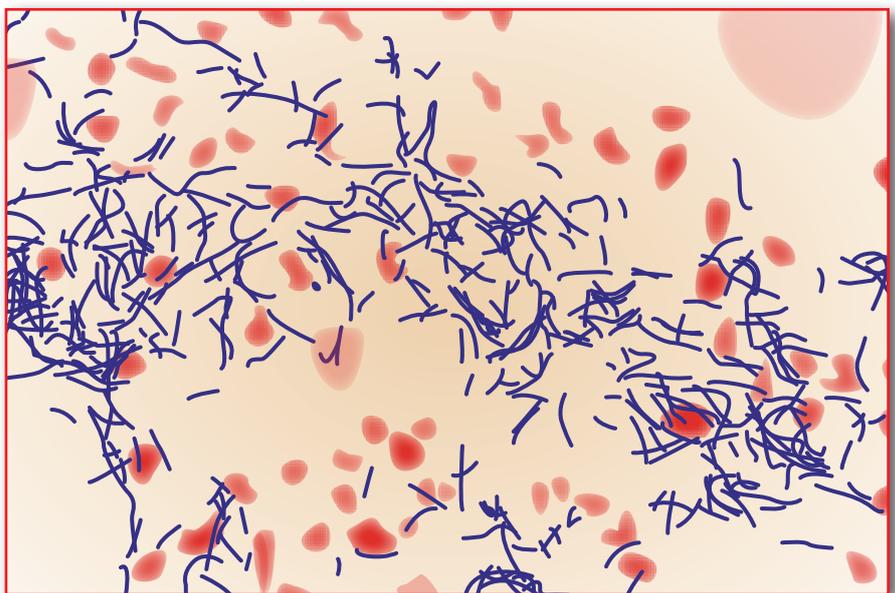
Las bacterias se dividen por fisión. En este proceso, la bacteria se alarga, se estrecha y se duplica su material genético, dividiéndose en dos bacterias hijas idénticas a la inicial. En condiciones adversas algunas bacterias pueden formar “esporas” (formas en estado latente) que les permiten sobrevivir en estas condiciones desfavorables de temperatura y humedad.



**Figura 4.** Estructura de una bacteria.

La **pared celular** es una cubierta rígida que recubre la membrana plasmática. Existen dos tipos de pared que difieren en su grosor y forma. Fueron descubiertas por Hans Christian Gram en 1884, el cual comprobó que podían diferenciarse según un método de tinción, que fue denominado tinción de Gram en su honor. Así, podemos diferenciar (Figura 5):

- 】 **Bacterias grampositivas**, que se tiñen de color violeta. Presentan una pared de unos 50 nm de grosor, de estructura lisa.
- 】 **Bacterias gramnegativas**, que se tiñen de color rojo. La pared es más delgada, de unos 10 nm de grosor, y su estructura externa es irregular.



**Figura 5.** Pared celular de bacterias según la tinción Gram. Imagen de una tinción Gram en la que hay mezcla de *Staphylococcus aureus* (coco grampositivo) y *Escherichia coli* (bacilo gramnegativo).

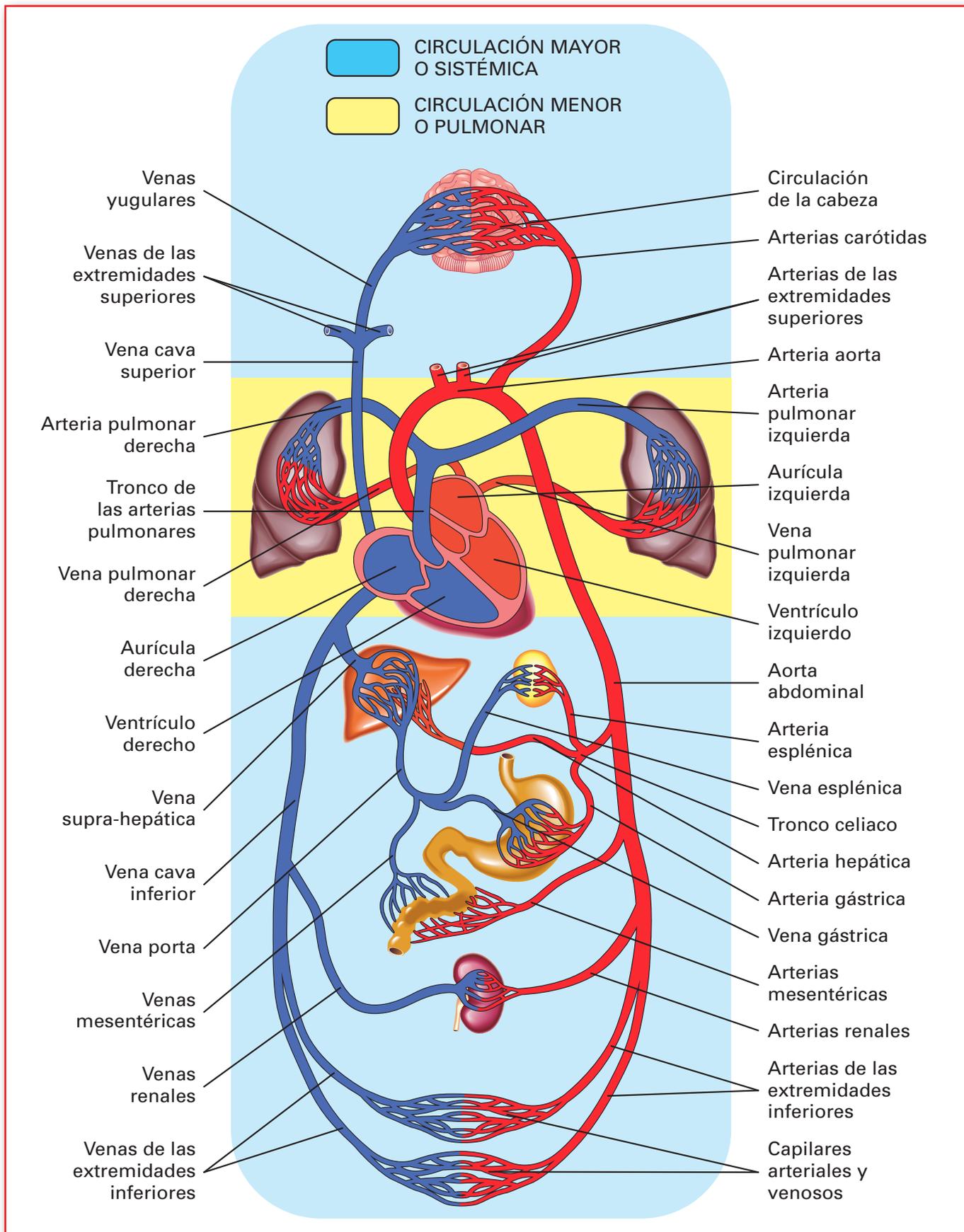


Figura 8. Sistema arterial y venoso.

Este conjunto de reacciones metabólicas están estrechamente relacionadas y se producen de forma integrada en tiempo y espacio. Ello implica que las rutas de biosíntesis y degradación se encuentran en una situación de **equilibrio dinámico**, es decir, manteniendo una constancia en los componentes celulares y facilitando el recambio de los componentes del organismo (Figuras 2 y 3).

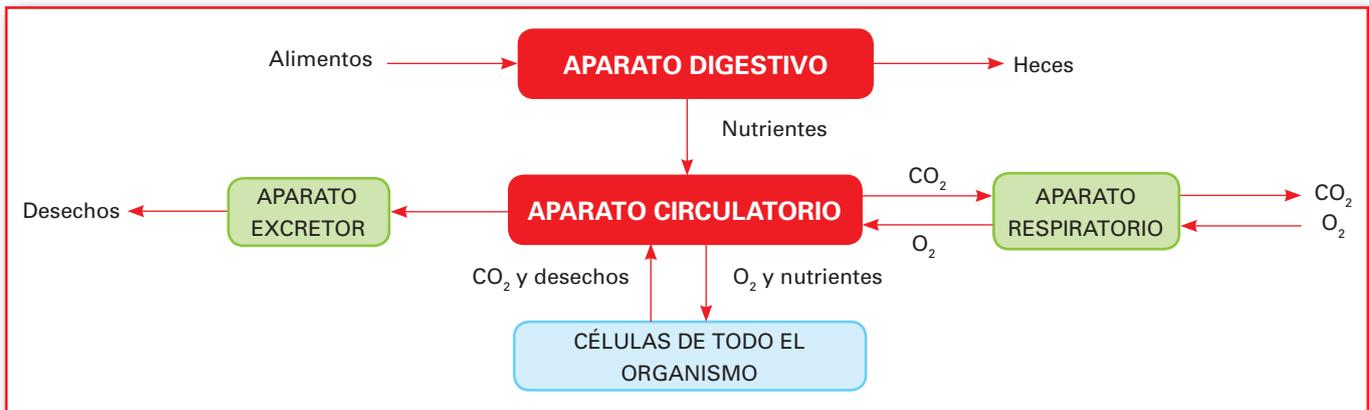


Figura 2. Metabolismo.



Figura 3. Función de la nutrición.



*Los aminoácidos denominados esenciales no pueden ser sintetizados a través de reacciones metabólicas por el propio organismo y deben ser suministrados por la dieta.*

La polivalencia funcional de las proteínas va desde la participación en la estructura, crecimiento y fisiología celulares (papel fundamental), hasta su utilización con fines energéticos en determinadas circunstancias, etc.

También son proteínas las enzimas, algunas hormonas, la albúmina y las inmunoglobulinas, que intervienen en la regulación homeostática o de equilibrio del organismo.

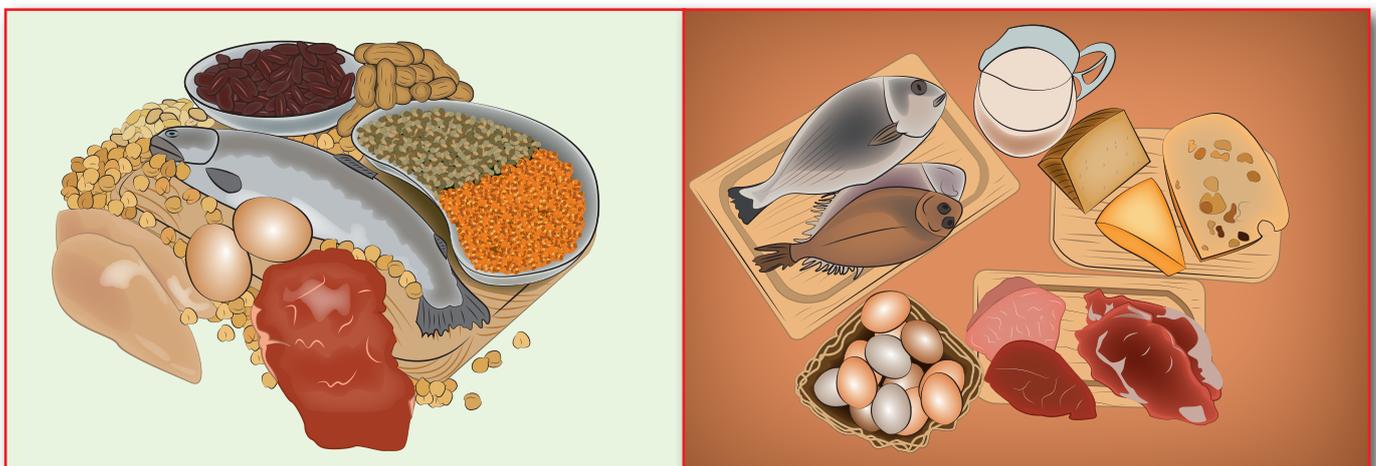
Las proteínas se degradan parcialmente por la digestión a nivel del estómago por el ácido clorhídrico y con enzimas proteolíticas como la pepsina; posteriormente sufren un nuevo ataque enzimático en el intestino delgado por la tripsina y la quimotripsina pancreáticas y las peptidasas de la mucosa. Los aminoácidos resultantes de la digestión de las proteínas se absorben por transporte activo y difusión pasiva para finalmente alcanzar el hígado.

Los **aminoácidos** de la dieta pueden:

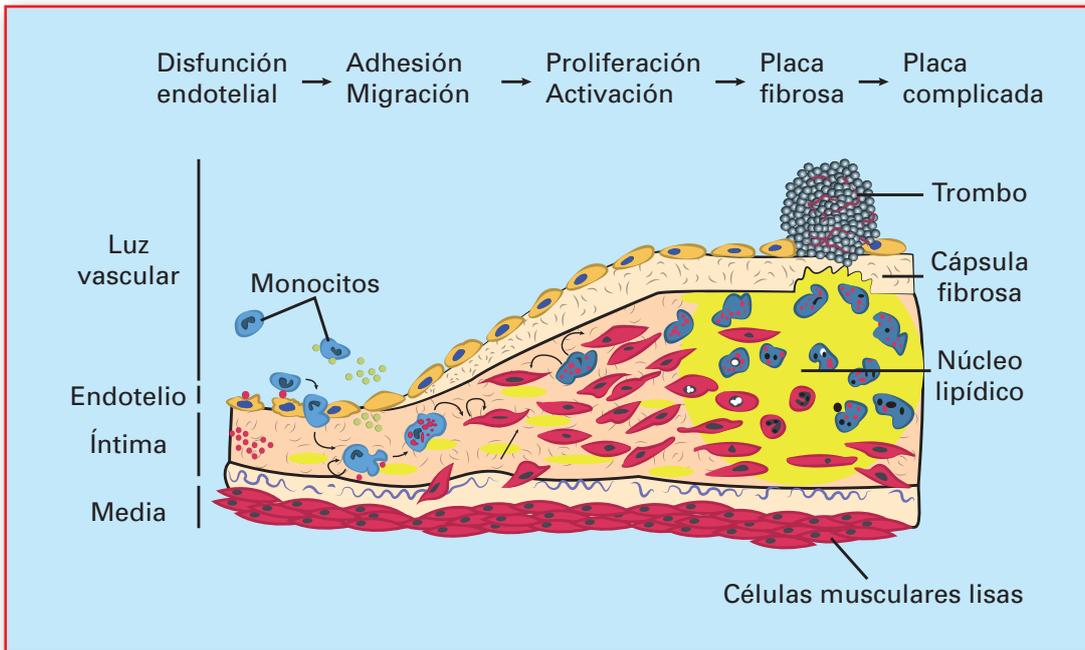
- 】 Formar parte de las proteínas corporales.
- 】 Sufrir diferentes reacciones en el hígado, donde pueden convertirse en glucosa, o grasas, alternativamente, o destinarse a la obtención de energía.

Los procesos degradativos de las proteínas dan lugar a moléculas de amonio que se eliminan por la orina, tras su integración en el ciclo de la urea.

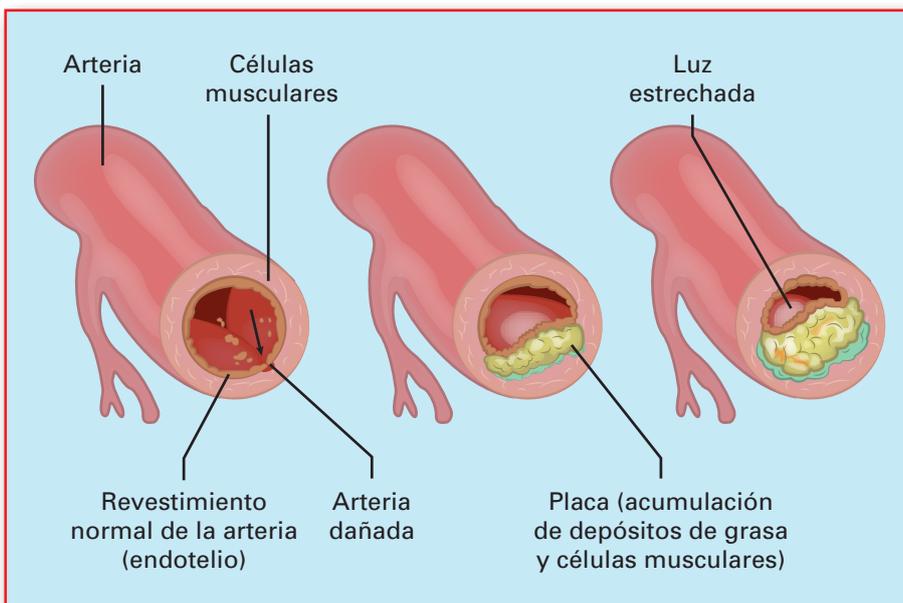
Las reacciones metabólicas propias de las proteínas están bajo control neuroendocrino en el que participa el sistema nervioso autónomo así como la insulina, los corticoides, la tiroxina, etc. En la Figura 6 podemos observar las fuentes de alimentación de las proteínas en la dieta.



**Figura 6.** Fuentes de obtención de proteínas.



**Figura 10.** Aterogénesis.



**Figura 11.** Evolución de la obstrucción de un vaso.



<https://www.youtube.com/watch?v=cCCy2V-Ths8>

de riesgo asociados como el sedentarismo, el aumento del consumo de alcohol, la hipertensión arterial entre otros, pero destaca el consumo de cigarrillos, ya que provoca una vasoconstricción de los vasos sanguíneos (disminución de la luz). Otro tipo de tratamiento sería específico para las dislipemias, para el colesterol se pueden emplear las resinas de intercambio iónico y las denominadas estatinas, y para los triglicéridos los denominados fibratos.

## RESUMEN

- ✓ En este tema se ha comenzado por definir el concepto de **neoplasia**, que es una enfermedad que se produce por una alteración incontralada en la **diferenciación y proliferación celular** que se manifiesta con la formación de una **masa o tumoración**.
- ✓ En determinadas circunstancias, bien sea por causas exógenas o endógenas, una célula comienza a **multiplicarse** sin que su finalidad sea la de mantener el equilibrio homeostático del organismo.
- ✓ Se han visto las **diferencias y nomenclaturas** entre los diferentes tipos de neoplasias. Así, en el caso de las neoplasias benignas epiteliales o conjuntivas benignas se designan agregando el prefijo del tejido de origen y el sufijo **-oma**. En las neoplasias epiteliales malignas el prefijo está representado por el término **carcinoma** y el sufijo por el tipo de células de donde se origine la neoplasia. En las neoplasias conjuntivas malignas el prefijo está determinado por el tejido de origen y el sufijo es el término **sarcoma**.
- ✓ Según los últimos datos publicados por el **Instituto Nacional de Estadística (INE)** el 31 de enero de 2014, los tumores fueron la segunda causa de muerte en ambos sexos, responsables de 27,5 de cada 100 defunciones. Por sexos, el tumor con mayor incidencia es el colorrectal, en los hombres el cáncer de próstata y en las mujeres es el cáncer de mama.
- ✓ La **génesis de un cáncer** requiere que se produzcan, en la misma célula, varias mutaciones independientes, y estas incrementan su incidencia abruptamente con la edad.
- ✓ Se ha definido lo que es un **protooncogén** (genes cuyas proteínas regulan el crecimiento y la división del celular), y las etapas de la carcinogénesis que son: **iniciación, promoción y progresión**. El cáncer se debe a la acción de agentes externos que alteran nuestros genes, los carcinógenos son agentes que causan mutaciones en protooncogenes, genes supresores de tumores, y, posiblemente, genes de reparación del ADN.



## EJERCICIOS

- › E1. En una cartulina dibuja una célula con sus tres elementos fundamentales (membrana, citoplasma junto con las organelas y elementos contenidos en el citoplasma celular humano y el núcleo).
- › E2. Une mediante flechas las siguientes organelas del citoplasma celular con sus respectivas funciones:

Organelas	Función
Aparato de Golgi	Dan forma y sostén a la célula
Retículo endoplásmico	Se almacenan y compactan sustancias para producir gránulos de secreción
Ribosomas	Constituye una red de canales para el transporte de sustancias. El retículo rugoso participa en la síntesis de proteínas
Citoesqueleto	Efectúan la degradación o digestión
Lisosomas	Participan en la síntesis de proteínas, ya que son el sitio donde se ensamblan los aminoácidos para formar proteínas

- › E3. Dibuja los diferentes tejidos de revestimiento o epitelial y los diferentes órganos donde se sitúan. Por ejemplo, dibujaremos una figura de epitelio pseudoestratificado y al lado haremos un dibujo de los bronquios.
- › E4. Haz una descripción de todas las estructuras por las que pasaría un hematíe que se encuentra situado en la cava superior hasta su salida por la arteria aorta.
- › E5. Sobre una figura humana localiza las siguientes estructuras anatómicas:
- Hipocondrio derecho.
  - Fosa iliaca izquierda.
  - Región orbitaria.
  - Tercio proximal del muslo derecho.
  - Tercio distal de la pierna derecha.
  - Tercio distal del muslo izquierdo.
  - Tercio proximal de la pierna izquierda.
  - Cara interna del antebrazo derecho.
  - Cara externa del antebrazo izquierdo.
- › E6. Dibuja en un maniquí en posición anatómica el movimiento de abducción de la extremidad superior derecha (brazo, antebrazo y mano) y el movimiento de aducción de la extremidad inferior izquierda (muslo, pierna y pie).



## EVALÚATE TÚ MISMO

### 1. En cuanto a los nutrientes:

- a) La función principal de los hidratos de carbono, glúcidos o azúcares es la contribución al aporte energético (4 kcal/g).
- b) Las grasas o lípidos, con funciones energéticas (9 kcal/g) son constituyentes del tejido adiposo y membranas celulares.
- c) Las proteínas, con valor fundamentalmente estructural, también pueden presentar un valor energético (9 kcal/g).
- d) Las respuestas a y b son correctas.

### 2. La energía obtenida a partir de los alimentos se destina a:

- a) El mantenimiento de las funciones fisiológicas (metabolismo basal).
- b) La acción termogénica de los alimentos (producción de calor tras la ingesta de los alimentos).
- c) La actividad física que cada individuo desarrolla (sedentaria, moderada o activa).
- d) Todas las respuestas anteriores son correctas.

### 3. Respecto a las proteínas es cierto que:

- a) Las proteínas están constituidas por secuencias lineales de aminoácidos con una amplia variabilidad estructural y con funciones biológicas muy diversas
- b) Casi todas las proteínas simples contienen series formadas por 20 aminoácidos diferentes, mientras que las proteínas conjugadas también están formadas también por metales, azúcares, ácidos, etc.
- c) Los aminoácidos esenciales (fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina) no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser suministrados por la dieta.
- d) Todas las respuestas anteriores son correctas.

### 4. Respecto a las vitaminas:

- a) Las vitaminas liposolubles son solubles en agua.
- b) Las vitaminas liposolubles son absorbidas gracias a las sales biliares.
- c) Las vitaminas A, D, E y K son hidrosolubles.
- d) Las respuestas b y c son correctas.

### 5. En cuanto a los nutrientes:

- a) Los macrominerales son minerales cuya concentración es superior al 0,0005 % del peso corporal: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio,



**SOLUCIONES**  
**EVALÚATE TÚ MISMO**



[http://www.aranformacion.es/\\_soluciones/index.asp?ID=18](http://www.aranformacion.es/_soluciones/index.asp?ID=18)