

Niveles de organización del organismo humano.

Niveles de organización del organismo humano.

Caso práctico



Ya son las 2 de la madrugada.

No se oye ningún ruido en la casa ni en la calle.

Pero Claudia no puede dormir.

Cuando se haga de día se levantará para ir por primera vez al Centro de Salud, pero no como usuaria, ya que esta vez irá como trabajadora. Empezará su andadura profesional como Técnico Superior en Higiene Bucodental en el Servicio de Atención Bucodental.

Ayer hablaba con su amigo Ramón que hace unos días empezó a trabajar en una clínica dental privada, y él le quitaba punta al asunto.

—Tranquila, ya verás como en pocos días te da la sensación de que has trabajado allí toda la vida...

—¿Sabes de lo que tengo más miedo? —le decía Claudia— tengo la impresión de que no consigo recordar absolutamente nada de lo que he estudiado. Van a creer que no tengo los conocimientos suficientes...

—No seas tonta. Lo que van a pensar es que han tenido mucha suerte contratándote, en cuanto te conozcan. Y lo que has aprendido irá saliendo solito, a medida que necesites echar mano de ello. No tienes que preocuparte por eso...

—¡Uf! Espero que tengas razón.

—Seguro que te va de maravilla. Llámame mañana cuando vuelvas a casa, ¿vale? Me muero de ganas por saber cómo te ha ido el primer día.

Y Claudia da una vuelta más en la cama, echa un vistazo al reloj y mira las estrellas que se ven desde la ventana... “¿Cómo era aquello de la fórmula dentaria...?” piensa ya medio adormilada...

A lo largo de tu vida académica has estudiado los conceptos [anatómicos](#) humanos en detalle. Pues bien, ha llegado el momento de recurrir a ellos para asentar las bases del conocimiento y estudio de los procesos [fisiopatológicos](#). Para conocer la [patología](#) debes tener presente primero la [fisiología](#), y para entender esta última, requieres unos conceptos anatómicos previos

En esta Unidad de Trabajo vas a estudiar cómo el cuerpo humano se organiza de forma jerárquica, partiendo desde el **nivel celular** hasta conformar los **aparatos y sistemas**. También descubrirás cómo referirte con precisión a las diferentes partes anatómicas del cuerpo y a las posiciones relativas de unas partes corporales con respecto a otras. Con los conocimientos que adquieras estarás en condiciones de desarrollar posteriores unidades de trabajo que explican en detalle los procesos fisiopatológicos de forma general. ¿Empezamos?

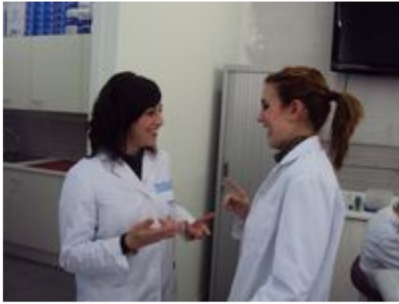


Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional

[Aviso legal](#)

1.- Jerarquía organizativa del organismo humano.

Caso práctico



—Eres la nueva, ¿verdad? —preguntó Elena cuando vio a Claudia apoyada sobre el mostrador de recepción con cara de preocupación.

—Sí —contestó Claudia emitiendo un suspiro de alivio— acabo de llegar, pero no sé a quién debo dirigirme... Mi nombre es Claudia.

—Bienvenida. Yo soy Elena y, como tú, según creo, también soy Técnico Superior en Higiene Bucodental —y se lanzó amigablemente a darle un par de besos— La jefa de departamento es la odontóloga que ves allí al fondo. Te está esperando. Cuando acabes de hablar con ella, búscame en la consulta 3. Si vienes conmigo después a la Sala de descanso te presentaré al resto del equipo, y a tu responsable directo. Y sobretodo, podrás tomarte una café, ¡a ver si se te va la cara de susto!

Claudia sonrió a Elena. ¡Qué agradable que había sido al acogerla...! Seguro que serían buenas amigas.

Al igual que en la clínica odontológica, en el organismo humano, y de forma análoga en todos los seres vivos, existen unas **jerarquías organizativas**, requeridas para el óptimo funcionamiento del organismo, y cuyo conocimiento es imprescindible para la comprensión de los procesos patológicos que en él acontecen. Los organismos vivos estamos formados, de mayor a menor complejidad, por un conjunto de sistemas que a su vez están formados por órganos. Éstos están formados por tejidos diferentes y los tejidos por células y otras

sustancias. Las células están compuestas por moléculas que a su vez están formadas por átomos.

Para comprenderlo mejor, lo estudiamos al revés, realizando un escalado desde las formas más simples a las más complejas. De esta manera podemos establecer los siguientes niveles jerárquicos:

- **NIVEL ELEMENTAL:** Los **elementos químicos** que forman la materia humana son los que conocemos como constituyentes principales de la materia orgánica: carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y azufre. A estos constituyentes los denominamos [macroelementos](#), dado que se encuentran en grandes cantidades. Además, la estructura básica del cuerpo humano también está formada por elementos más minoritarios en cuanto a cantidad ([oligoelementos](#)), pero no en cuanto a importancia para la realización de las funciones fisiológicas: calcio, potasio, sodio, hierro, magnesio, etc. pues son imprescindibles para las funciones de las membranas celulares, la activación enzimática, la composición de proteínas específicas, etc.
- **NIVEL MOLECULAR:** La **molécula** reina de nuestro cuerpo es, sin duda, el **agua**. Esta está repartida dentro de las células de forma mayoritaria, en los espacios intercelulares o intersticiales, en las cavidades anatómicas, o formando parte de la sangre y la linfa. Pero, si dejamos aparte al agua, estamos formados por **biomoléculas**, esto es, glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Todas estas [biomoléculas](#) pueden tener tamaños y niveles de complejidad muy variados. En otra unidad de trabajo de este módulo puedes estudiar con más detalle otros aspectos de estas biomoléculas, en concreto, los relacionados con la nutrición humana.



- **NIVEL CELULAR:** Al igual que una pared está formada de ladrillos, nuestro organismo está formado por **células**. Pero esta importancia no es sólo estructural, sino también funcional, ya que una célula, por ella misma, es capaz de realizar todas las funciones atribuibles a los seres vivos. Sé paciente, en seguida nos adentraremos en ellas.

- **NIVEL TISULAR:** La unión de células de origen y función similares para la realización de una función determinada va a constituir un **tejido**.
- **NIVEL ORGÁNICO:** Un **órgano** está formado por **varios tejidos**, para realizar actos fisiológicos determinados. Puedes pensar fácilmente en ejemplos de órganos: el cerebro, el hígado, la piel, etc.
- **NIVEL SISTÉMICO:** Cuando algunos órganos y tejidos del cuerpo se coordinan **para realizar una función biológica** como la nutrición, la locomoción, la reproducción, etc. nos hallamos ya en el nivel de sistemas o aparatos. Así, podremos hablar del sistema digestivo, el aparato locomotor o el aparato reproductor, por poner algunos ejemplos.

1.1.- Citología.

En el estudio de la patología humana, resulta imposible entender las bases fisiopatológicas causales de las respuestas corporales o las enfermedades sin profundizar en el estudio de los cambios que se producen en el nivel más “íntimo” del organismo: la célula.

La palabra Citología proviene de las raíces “citos”, que significa célula, y “logos”, que significa estudio. Así pues, la **citología** es el estudio de las células. ¿Fácil, no?

Pero, ¿Cómo definirías “célula”?

Es probable que a lo largo de tu formación académica hayas estudiado este concepto en varias ocasiones. Lo recuerdas ¿verdad?

La célula es la unidad microscópica de materia viva, capaz de realizar todas las funciones de los organismos vivos, destinadas a la autoconservación y a la autoreproducción.

En resumen: la **célula** es la unidad morfológica y funcional de todo ser vivo.



Una definición como ésta, después de todos los avances científicos que se han producido en la historia científica reciente, resulta sensiblemente simplista.

El concepto moderno de la célula pasa por la formulación de la llamada “teoría celular”, que ha sufrido modificaciones y ampliaciones a partir de los nuevos descubrimientos en materia celular, y especialmente gracias a instrumentos como el microscopio óptico, el electrónico, etc. ¿Qué nos dice la “teoría celular”?

TEORÍA CELULAR:

La célula es la unidad vital, morfológica, fisiológica y genética de los seres vivos.

Es **unidad vital** porque la célula es el ser vivo más pequeño y sencillo que existe.

Es **unidad morfológica** porque todos los seres vivos están formados por células y por las sustancias que estas secretan. Es **unidad fisiológica** porque la célula contiene todo lo necesario para mantenerse viva y reproducirse. El buen funcionamiento del organismo vivo depende del buen funcionamiento de sus células.

Es **unidad genética** porque toda célula proviene de otra célula preexistente. Además, las células contienen toda la información hereditaria necesaria para su funcionamiento en su material genético.

Reflexiona

Fíjate en que sería incorrecto formular que la célula es unidad genética porque se reproduce. La reproducción es una capacidad que algunas células han perdido, y no por eso dejan de ser células... Lo que sí podemos afirmar, es que provienen de células que sí se han reproducido, y con las que comparten una misma información genética, es decir, que son de su misma estirpe.

Las células de los seres vivos, según se halle el material genético en su interior, se dividen en:

- **Células procariotas:** Filogenéticamente mucho más antiguas, ya que probablemente así eran las primeras células existentes en la tierra, hoy en día sólo se encuentran en las bacterias.

Se caracterizan por tener su material genético disperso por el [citoplasma](#), careciendo de una membrana nuclear que agrupe todo este material.

- **Células eucariotas:** Son más complejas que las anteriores, y evolutivamente más completas. Poseen un núcleo diferenciado y separado del resto del citoplasma por una membrana celular, en cuyo interior se encuentra todo el material genético celular. Las células humanas son eucariotas.

Autoevaluación

¿Por qué tipo de células está formado el organismo humano?

- ☐ Eucariotas.
- ☐ Procariotas.
- ☐ Ambas respuestas son correctas.
- ☐ Ninguna es correcta.

Efectivamente es correcto. Somos organismos complejos y, filogenéticamente, tardíos...

No es correcta. Las células procariotas sólo se encuentran en las bacterias, las arqueobacterias y las cianobacterias (algas verdeazules).

No es la respuesta correcta porque todas las células propias del organismo humano son eucariotas. Sólo encontramos células procariotas viviendo saprófitamente en nuestro aparato digestivo, nuestra piel, etc., pero sin ser parte constituyente de nuestro organismo.

Incorrecta. Sólo existen dos tipos de células: procariotas y eucariotas...

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

1.1.1.- Estructura celular.



Si te preguntan sobre el tamaño de una célula cualquiera en el cuerpo humano, ¿serías capaz de dar una única respuesta?

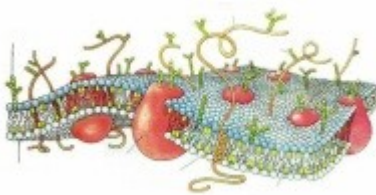
La mayoría de las células son de **tamaño** microscópico, pero esta medida es muy variable, hallando en el cuerpo células de micras de diámetro cercanas a algunas neuronas que pueden alcanzar más de un metro de longitud.

Esta variabilidad persiste también en lo referente a la **forma** celular: encontramos células poliédricas, cúbicas, cilíndricas, con prolongaciones dendríticas, ciliadas, etc.

Así pues, como puedes ver, la respuesta no puede ser única, sino que es enormemente variable, dependiendo del nivel de especialización y diferenciación celular.

Pero nuestras células eucariotas sí que comparten una **estructura básica**:

- imagínatelas como una bolsa más o menos impermeable (la membrana celular), que contiene un líquido gelatinoso (**citoplasma**) en el cual flotan estructuras más pequeñas (el **núcleo** y los **orgánulos** celulares). Puede parecer excesivamente simplista, pero no se aleja de la realidad...



LA MEMBRANA CELULAR:

También se le llama **membrana citoplasmática**. Su función principal es separar el medio

interno celular del medio externo, pero no lo entiendas sólo como un aislamiento: siendo realmente la "piel" de la célula, es más destacable aún el papel que adopta en las **funciones de relación** con el medio.

Está formada por una doble capa de fosfolípidos que presentan al exterior su polo [hidrófilo](#), dejando en el interior su parte más [hidrofóbica](#).

- Repartidas por la superficie de esta bicapa encontramos también **proteínas** englobadas o asociadas que podrán actuar como **transportadoras**. Esta estructura le otorga la propiedad de la permeabilidad selectiva, que limitará o facilitará el paso de sustancias según sus propiedades físicas o químicas.

EL CITOPLASMA:

Es el que forma el medio interno de la célula. Está formado por una sustancia que alterna el estado de sol y gel, que denominaremos [citosol](#), en el que "nadan" los diferentes orgánulos, y por un [citoesqueleto](#) que le da estructura.

EL NÚCLEO:

Equivale al auténtico punto de mando y **coordinación** de la célula. Ya has visto en capítulos anteriores que la célula eucariota se diferencia por poseer **membrana nuclear**, por tanto, nuestras células humanas disponen de esta estructura envolvente que separa el contenido nuclear del citosol.

- Contiene la información genética de la célula en forma de [cromosomas](#), formados a su vez por las cadenas de ADN. Cuando la célula se está multiplicando, en el interior del núcleo aparece una condensación que llamaremos [nucleolo](#).

Autoevaluación

La estructura fundamental de la membrana citoplasmática es en forma de:

- Bicapa proteica.
- Bicapa lipídica.
- Bicapa hidrofoba.

- Glucídica.

No es correcta porque las proteínas están asociadas o englobadas, pero no en forma de bicapa.

Efectivamente es correcto, la doble capa lipídica es la responsable de sus propiedades.

No es la respuesta correcta porque los fosfolípidos de membrana tienen una parte hidrófila y otra hidrófoba.

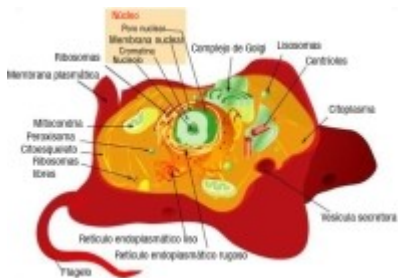
Incorrecta porque, aunque haya glucolípidos y glucoproteínas en la membrana, la estructura básica de la misma es de naturaleza lipídica.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

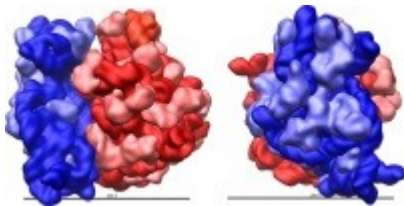
1.1.2.- Los orgánulos celulares.

Inmersos en el citosol de la célula, nadan múltiples estructuras de diferente complejidad, que son las auténticas "máquinas" encargadas de llevar a cabo las funciones celulares. Por tanto, si bien el núcleo es el capataz, encargado de dar las órdenes y coordinar el trabajo, la maquinaria efectora del trabajo estará constituida por los diferentes **orgánulos celulares**.



RIBOSOMAS:

Serán los encargados de recoger la información del ADN (en forma de ARN mensajero) para realizar la síntesis de proteínas. Son, por lo tanto, descodificadores de las órdenes del núcleo. Están formados por dos subunidades, aunque al microscopio electrónico se ven como pequeñas partículas esféricas dispersas por el citoplasma.



RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO:

Imagínate un sistema de **canalización** que recorre toda la célula y la conecta con el núcleo y con el exterior, así como unos orgánulos con otros. Esta auténtica red interconectada de comunicaciones conforma el retículo endoplasmático. Puede ser **rugoso** o **liso**, dependiendo de si tiene o no **ribosomas** asociados a sus márgenes. Su función es la síntesis de proteínas y lípidos.

APARATO DE GOLGI:

Este conjunto de **sáculos aplanados** recoge lo transportado por el retículo endoplasmático y lo empaqueta en forma de vesículas. Podríamos decir, por lo tanto, que es el encargado de fabricar vesículas o [lisosomas](#). También interviene en el metabolismo y **formación de estructuras de naturaleza glucídica** de la membrana o incluso de la matriz extracelular.



LISOSOMAS:

Son **vesículas** originadas en el Aparato de Golgi que están llenas de **enzimas líticos**, destinadas, por lo tanto, a la digestión de sustancias (rutas catabólicas). Contienen básicamente [hidrolasas ácidas](#) que degradan sustancias complejas en otras más simples, interviniendo no sólo en los procesos intracelulares, sino también en la [fagocitosis](#) o incluso en la [apoptosis](#) celular. Los peroxisomas son lisosomas que contienen oxidasas y catalasas.

CITOESQUELETO:

Formado por **microfilamentos** y **microtúbulos**, es el encargado de conferir forma a la célula, como si fuese en realidad un esqueleto celular. También interviene en la **movilidad celular**, ya que las proteínas contráctiles de las células musculares o los flagelos de los espermatozoides surgen a partir de esta estructura.

CENTROSOMA:

Este orgánulo está formado por [centríolos](#) y microtúbulos que permiten conferir polaridad a la célula. Pero es en el momento de la **reproducción** por mitosis cuando su papel es más importante, ya que se duplica y define el [huso mitótico](#), sobre el que se escindirán los cromosomas para repartirse entre las células hijas.

MITOCONDRIAS:

Son las centrales generadoras de la célula, las destinadas a la **producción de energía** a partir

del metabolismo de los nutrientes. Transforma la energía potencial que albergan los enlaces químicos de las moléculas de glúcidos y ácidos grasos en energía química potencial en forma de enlaces de la molécula de ATP, que es fácilmente utilizable por la célula. En ellas es donde se realiza el [ciclo de Krebs](#) y la **respiración celular**. Su número varía de forma muy considerable de unas células a otras (los [miocitos](#) tienen una elevada cantidad de estos orgánulos).

1.1.3.- Función de relación de la célula.

Es evidente que, para una célula, el concepto de relacionarse no corresponde a lo que significa para los seres humanos, aunque sí a alguna cosa "similar". Definiremos la **función de relación** como la capacidad que tiene la célula de captar estímulos o percibir cambios del medio que la rodea, y elaborar una respuesta o reacción ante éstos.

Para que la célula sea capaz de detectar los estímulos, se requiere que sea sensible a estos cambios. Así pues, la [sensibilidad celular](#) va a ser una propiedad determinante que confiere **especificidad** a la respuesta.

Veamos unos ejemplos:

Los **receptores** en forma de **conos** y **bastones** de la [retina](#) reaccionan ante cambios de luz. Si éstos se producen, se estimulan y propagan este estímulo nervioso hasta el **cerebro**.

Pero piensa ahora cómo reaccionarían los mismos conos y bastones ante una señal acústica, por ejemplo, el sonido de una bocina.

La solución es fácil, ¿no? **No** existiría ninguna respuesta, dado que estos receptores no captan los estímulos acústicos.

Vamos a pensar ahora en el **reflejo de la tos**, que en unidades posteriores estudiaremos con más detalle. Cuando un estímulo, generalmente mecánico (polvo, por ejemplo), irrita a los [cilios](#) vibrátiles de las células de la mucosa bronquial, se produce una respuesta refleja que provocará el golpe de tos. Estas células ciliares son **sensibles al estímulo irritativo mecánico**, pero no responderían de igual forma ante un estímulo lumínico.

¿Cuáles son los estímulos que desencadenan respuestas en nuestras células?

Pueden ser:

- Lumínicos.
- Cambios químicos del medio externo.
- Térmicos, ya sean en forma de frío o de calor.
- Mecánicos, como presión o vibración.
- Eléctricos...

Ante estos estímulos, las células humanas elaboran respuestas que también suelen seguir unos patrones comunes:

Algunos patrones de respuesta celular a los estímulos

TIPO DE RESPUESTA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
CONTRACCIÓN	Gracias a los filamentos contráctiles del citoesqueleto, la célula puede contraerse disminuyendo su tamaño.	Es la forma de respuesta de los miocitos en la contracción muscular.
HUÍDA O ACERCAMIENTO	Algunas células libres pueden acercarse o alejarse del estímulo desplazándose.	Los espermatozoides responden a los cambios en el medio vaginal, desplazándose mediante su flagelo hasta alcanzar las trompas de Falopio.
DEFORMACIÓN	Algunas células libres pueden acercarse o alejarse del estímulo cambiando de forma, para poder atravesar poros o barreras físicas.	Los leucocitos tienen la capacidad de diapédesis, que les permite deformarse para atravesar los capilares sanguíneos ante los estímulos químicos del proceso inflamatorio.
PRODUCCIÓN O SECRECIÓN DE SUSTANCIAS	Ante cambios del medio externo, las células ponen en marcha los mecanismos de producción y secreción de determinadas sustancias químicas.	Ante cambios en los niveles de glucemia (glucosa en sangre), las células de los islotes de Langerhans del páncreas secretan insulina .
DESPOLARIZACIÓN ELÉCTRICA	La estimulación de ciertas células induce cambios de polaridad eléctrica y potencial de membrana que se transmiten de unas a otras.	Las neuronas transmiten el impulso eléctrico a partir de la información recogida por los receptores.

1.1.4.- Función de nutrición de la célula: Ingesta.



Por la función de **nutrición**, la célula es capaz de obtener del medio que la rodea los **nutrientes** (materia) y la **energía** que requiere para realizar sus procesos fisiológicos, **procesarlos** (metabolismo), así como eliminar los productos de secreción o **deshecho** que resulten de estos procesos.

Por lo tanto, podríamos dividirla en tres fases, como puedes ver en el esquema adjunto:

1. **Ingesta:** Entrada de materia y energía desde el medio externo.
2. **Metabolismo:** Procesamiento interno de los nutrientes.
3. **Excreción:** Salida al medio externo de los productos de deshecho o de secreción.

Veamos estas fases una a una, lo que nos ocupará este capítulo y otro más:

INGESTA:

La forma de entrada de las sustancias o materias al interior de la célula es muy variable. En general, la forma elegida suele depender del tamaño de la partícula o sustancia a penetrar, de su composición química, de su concentración en el medio externo o interno, etc.

A grandes rasgos, podemos diferenciar las siguientes vías de entrada:

- **Difusión simple:** Pequeñas sustancias son capaces de atravesar la membrana celular gracias a la diferencia de gradiente o concentración a ambos lados de la membrana, sin gasto de energía. Por ejemplo, el **agua**.
- **Transporte activo:** A causa del mayor tamaño o de características químicas que dificultan traspasar la barrera de la bicapa lipídica de la membrana celular, algunas sustancias requieren ser “ayudadas” a atravesar hasta el medio interno de la célula. Este

tipo de transporte requiere siempre de un **gasto de energía** adicional. Entre las diversas modalidades de este tipo de transporte, podemos encontrar la difusión facilitada, que se realiza gracias a unas proteínas transportadoras específicas que están englobadas en la membrana. Este es el sistema que utilizan, por ejemplo, las moléculas de **glucosa** para entrar en las células. También utilizan el sistema activo las sustancias que requieren una “bomba de transporte” para penetrar en la célula, a cambio de la expulsión de otro elemento. Es el caso del sodio, el potasio o el calcio.

- **Fagocitosis:** Cuando la materia a absorber por la célula es de tamaño mayor a la que podría entrar por difusión o mediante las proteínas de transporte, algunas células tienen la capacidad de **englobar** a la sustancia mediante la emisión de [pseudópodos](#) y de incluirla en una **vesícula** que después podrá fusionarse con un lisosoma para su digestión. Este proceso también se denomina [endocitosis](#). El término similar “pinocitosis” se reserva a los casos en que la materia a absorber no es de gran tamaño y está disgregada.

Para saber más

Puedes ver un vídeo sobre la fagocitosis en el siguiente enlace, en el que una ameba fagocita a un hematíe.

[Ameba fagocitando un hematíe](#)

[Resumen textual alternativo](#)

Autoevaluación

En las bombas de transporte, la entrada de sustancias al medio interno celular no requiere aporte de energía.

- ☐ Verdadero.
- ☐ Falso.

Incorrecto. Las bombas de intercambio son un tipo de transporte activo y, por lo

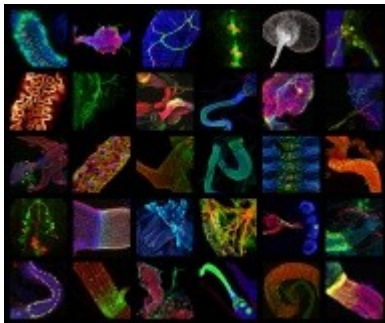
tanto, requieren un gasto de energía por parte de la célula

Correcto. Las bombas de intercambio son un tipo de transporte activo y, por lo tanto, requieren un gasto de energía por parte de la célula.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

1.1.5.- Función de nutrición de la célula: Metabolismo y excreción.



En el capítulo anterior has estudiado la fase de ingesta de la función de nutrición celular. Pero si lo recuerdas, había dos fases más para completar el proceso de aprovechamiento de los nutrientes:

METABOLISMO:

Este término hace referencia a algo tan general como a todas las **reacciones químicas que se producen en el interior de la célula**. Como puedes intuir, no todas estas reacciones van a tener una finalidad nutricional, pero sí que es mediante este metabolismo como la célula degrada, conserva o utiliza los nutrientes.

De forma general podemos hablar de reacciones químicas constructoras y destructoras, por lo tanto podemos establecer dos subtipos de metabolismo:

- **Anabolismo:** Corresponde a las reacciones en las que, a partir de elementos o sustancias simples, obtenemos sustancias o elementos más complejos. Estos procesos “formadores” requerirán siempre de **aporte energético** por parte de la célula, es decir, que en ellas, la célula gasta energía. Es el proceso que utiliza la célula hepática, por ejemplo, para fabricar macromoléculas de glucógeno a partir de pequeñas moléculas de glucosa, para utilizarlas como reserva energética. O también, la formación de proteínas estructurales de membrana a partir de aminoácidos que serán ensamblados en cadena por los ribosomas de todas las células del cuerpo.
- **Catabolismo:** En estas reacciones la célula parte de moléculas de gran tamaño para

obtener fracciones más pequeñas, con la consiguiente **liberación de energía**, que podrá ser utilizada por la célula para otras funciones. En este proceso se produce siempre energía utilizable por la célula. Las células musculares fraccionan las largas cadenas de glucógeno muscular en moléculas de glucosa, que serán a su vez degradadas hasta dióxido de carbono y agua en la mitocondria mediante el ciclo de Krebs, y así obtienen la energía necesaria (en forma de los enlaces de alta energía del ATP) para realizar la contracción muscular.

- **La respiración celular:** Equivale a la obtención de **energía utilizable** por parte de las células a partir de sustratos obtenidos por el metabolismo de los nutrientes, generalmente la glucosa. Puede ser realizada en condiciones de [aerobiosis](#) (en el Ciclo de Krebs, a partir de moléculas de glucosa obtenemos dióxido de carbono, agua y energía) o de [anaerobiosis](#) (a partir de la glucosa obtenemos ácido láctico y energía). La energía que no es consumida por la célula se disipa en forma de calor.

Debes conocer

El ciclo de Krebs es la ruta metabólica que siguen las células eucariotas para realizar la respiración celular en condiciones aeróbicas. Tiene lugar en la mitocondria. El conocimiento de estas reacciones permiten comprender cómo se produce la degradación de glúcidos, lípidos y proteínas con la consiguiente producción de dióxido de carbono, la producción de energía utilizable, y la obtención de metabolitos intermedios que servirán a su vez para la síntesis de nuevas moléculas.

EXCRECIÓN:

Como mecanismos de salida de la materia y la energía al medio externo, la célula utiliza sistemas análogos a los de la ingesta pero, lógicamente, en sentido contrario, es decir, la difusión pasiva o activa se realizará desde el interior al exterior, y lo que en la ingesta denominábamos endocitosis, va a transformarse ahora en el mecanismo de la **exocitosis**.

Es necesario que diferencies dos términos que se utilizarán después en el desarrollo de las unidades de patología: a partir de ahora en este texto, reservamos el término **excreción** para

la salida de la célula de productos metabólicos de deshecho (por ejemplo, el mismo dióxido de carbono), y hablaremos de **secreción** cuando los productos que salen de la célula son materiales aprovechables o con una función fisiológica determinada (por ejemplo, las hormonas).

1.1.6.- Función de reproducción celular.

Necesitamos, antes de entrar en las formas de reproducción, que revises lo que conoces sobre el [material genético](#) humano. En las células del ser humano, la información genética del individuo se halla contenida en los **23 pares de cromosomas del interior del núcleo**. Estas estructuras formadas por [genes](#) (más de 30.000 en nuestras células) como cadenas de ADN están configuradas en forma de dos bastoncillos ([cromátidas](#)) unidos por una región central (**centrómero**). La forma y longitud de estas cromátidas está bien estudiada, de forma que, a partir del material genético de la célula, puede “mapearse” y detectar anomalías estructurales de éstas.

¿Sabías que...?

Este estudio cromosómico es el que se lleva a cabo en la determinación del **cariotipo fetal** para la detección de anomalías genéticas antes del nacimiento. La muestra se obtiene a partir del líquido amniótico que envuelve al feto, y cuyas células tienen la misma dotación genética que las de él, mediante un proceso conocido como amniocentesis.



En las [células diploides](#), los cromosomas se hallan a su vez en parejas (a cada miembro de la pareja se le denomina cromosoma homólogo). Así pues, para las células humanas diploides, el número de cromosomas será 23×2 , es decir, 46. En una pareja de cromosomas de las células humanas, uno proviene del padre y el otro de la madre.

Las células en las que los cromosomas no están emparejados se denominan células haploides, y, lógicamente, el número de cromosomas en estas es 23, simplemente. En el cuerpo humano,

sólo las células germinales (óvulos y espermatozoides) tienen estas características. Observa ahora cuáles son los procesos de multiplicación celular que se dan en nuestra especie.

- **MITOSIS:** Mediante este proceso, a partir de una célula diploide, obtenemos **dos células diploides idénticas**. Es el sistema de multiplicación que utilizan la mayoría de las células de nuestro organismo. Sus fases son: profase, metafase, anafase y telofase.
- **MEIOSIS:** Partiendo de una célula diploide, conseguimos obtener **cuatro células haploides**, que, está claro, no son idénticas a la madre, ya que contienen la mitad de la información genética de ésta. Es la única forma posible de obtener células haploides, por lo tanto, el sistema que utiliza nuestro aparato reproductor para fabricar óvulos y espermatozoides. Podríamos decir que se trata de dos divisiones sucesivas (I y II), y sus fases son: profase I, metafase I, anafase I, telofase I, profase II, metafase II, anafase II y telofase II. La [recombinación](#) de material cromosómico durante estas divisiones conduce a la variabilidad dentro de la misma estirpe.

Debes conocer

Ha llegado el momento de conocer cuáles y cómo son las fases de los dos tipos de reproducción. En los siguientes vídeos puedes ver el proceso paso a paso, tanto de la mitosis como de la meiosis. Es importante que asocies qué está pasando en el interior de la célula con cada una de las fases y subfases.



[Resumen textual alternativo](#)

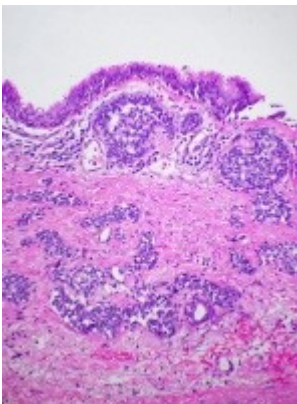
[Resumen textual alternativo](#)

1.2.- Histología. Concepto y clasificación de los tejidos.

Ya has estudiado cuál es la estructura íntima de las células humanas y cómo son capaces de realizar sus funciones vitales.

Pero en el organismo humano, salvo en contadas excepciones que también estudiarás más adelante, las células ni viven ni realizan sus funciones estando aisladas en el medio. Como todos los seres vivos, pueden vivir “en comunidad”, con el objetivo de realizar una tarea común.

Un **tejido** es un conjunto organizado de células de origen similar, unidas para llevar a término una determinada función.



Ya conoces el significado de la raíz “logos” (estudio), y la raíz “histo” significa tejido. Así pues, la histología es la parte de la biología destinada al estudio de los tejidos.

La **clasificación de los tejidos** no es una tarea fácil. En general, se acepta que hay dos tejidos que podríamos cualificar como básicos, y otros que requieren una especialización celular más compleja.

Para unificar criterios, y teniendo en cuenta que hay subtipos, vamos a considerar los siguientes tipos de tejidos, que podrás estudiar más detenidamente en los capítulos posteriores:

Tipos de tejidos

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN	TIPOS DE TEJIDOS	SUBTIPOS	EJEMPLOS
Tejidos básicos	Tejido epitelial	Glandular	Glándula sebácea
		De revestimiento simple	Endotelio vascular
		De revestimiento estratificado	Epidermis
	Tejido conjuntivo	Fibroso	Dermis
		Óseo	Diáfisis de los huesos largos
		Cartilaginoso	Cartílago sinovial
		Adiposo	Bolsas de Bichat de las mejillas
		Liso	Musculatura arteriolar
	Tejido muscular	Estriado	Fibras musculares del bíceps
		Cardíaco	Miocardio
Tejidos especializados	Tejido nervioso		Corteza cerebral
	Tejido sanguíneo		Sangre circulante

El conocimiento de la estructura tisular va a resultarte imprescindible para la comprensión de los procesos fisiopatológicos de todo tipo. Es imposible entender los mecanismos de la inflamación sin conocer las bases citológicas y tisulares de estos. La clasificación de las [neoplasias](#) es incomprensible sin conocer los tejidos y sus estirpes celulares. Resulta muy difícil explicar la formación de las [placas de ateroma](#) y los efectos del colesterol sobre los vasos sanguíneos sin saber cómo funcionan los procesos de agregación en la sangre o la reparación de los endotelios vasculares.

Tarea

Como verás, la histología se relaciona con la función de los tejidos. Por eso, al estudiarla lo haremos desde el punto de vista anatómico pero también funcional. Utilizando el esquema de los tipos de tejidos, añade en otra columna, las **funciones** de los mismos. De esta manera te será más fácil aprenderte la teoría.

1.2.1.- El tejido epitelial.

El tejido epitelial está destinado a **revestir** las diferentes estructuras del cuerpo humano de forma externa (por ejemplo, la epidermis en la superficie cutánea) o interna (por ejemplo, el endotelio que tapiza la luz de los vasos sanguíneos), y también a **secretar** sustancias.

EPITELIOS DE REVESTIMIENTO:

Entenderás entonces porqué se denomina tejido epitelial “de revestimiento”. Efectivamente, esta estructura tisular **tapizará** superficies corporales, órganos o el interior de conductos, revistiéndolos de una o varias capas de células.

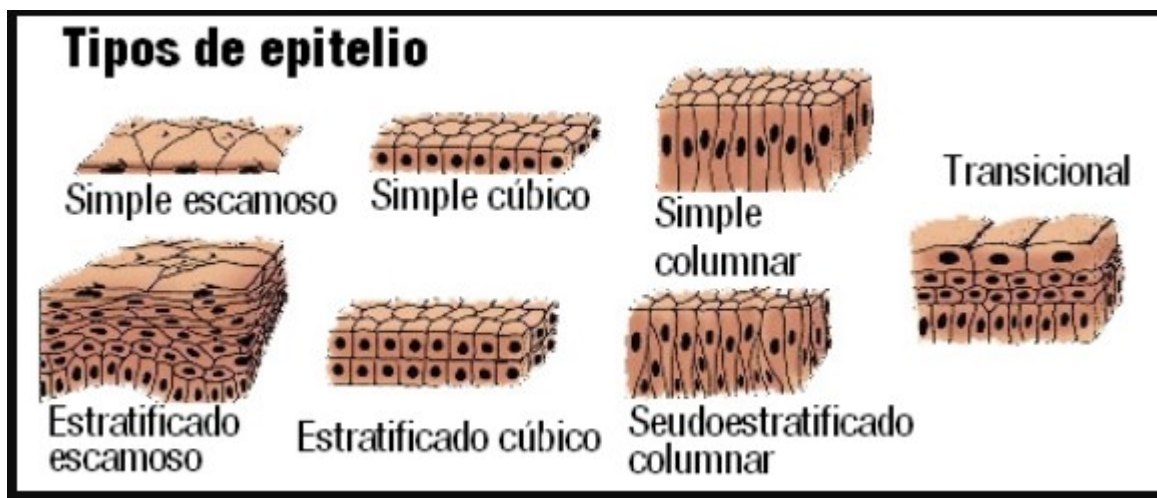
- En ocasiones, la razón de este revestimiento será la de aumentar la resistencia ante factores externos, como es el caso de la capa córnea de la piel, que, en zonas como los talones, puede alcanzar varios milímetros de espesor. A veces, el epitelio servirá, al contrario, como una finísima zona de intercambio entre dos zonas a través de las cuales deben pasar pequeñas moléculas, como en los alvéolos pulmonares, que deben permitir el paso del oxígeno y del dióxido de carbono hacia y desde los capilares sanguíneos.

Los epitelios pueden ser, pues, **simples** (formados por una sola capa de células) o **estratificados** (formados por varios estratos celulares).

En ocasiones, existen epitelios simples que, por las diferentes alturas de sus células, ofrecen el aspecto de un epitelio estratificado, pero la observación microscópica detallada permite observar que todas las células tienen su origen en una misma línea basal. En estas ocasiones hablaremos de epitelios **pseudoestratificados** (de “pseudo”, que significa falso).

Los diferentes tipos de epitelio se nombran también de acuerdo a la forma que tienen las células que lo forman. Así encontraremos epitelios **cúbicos**, **cilíndricos**, **planos**, etc.

Observa como se disponen las células en este tipo de tejido en el diagrama de la imagen.



EPITELIOS GLANDULARES:

La función del epitelio glandular ya no es revestir las estructuras corporales, sino que se ha superespecializado en la **secreción** de sustancias. Por lo tanto, los términos “epitelio glandular” y “epitelio secretor” serán sinónimos. Si recuerdas lo que has estudiado en capítulos anteriores, diferenciábamos la secreción de la excreción, ya que en la primera, las sustancias excretadas (o, más correcto, secretadas) tendrán una utilidad fisiológica concreta. En la estructura glandular, las células epiteliales se agrupan alrededor de la luz glandular, hacia la que vierten sus secreciones, ya sea en forma de túbulo o de [acino](#) (de forma similar a una frambuesa).

La forma de secreción también definirá el tipo de epitelio glandular, como podrás desarrollar en el apartado "Para saber más". Las clases de glándulas son:

- **Ecrinas o merocrinas:** Se secreta la sustancia de forma simple a partir de vesículas que se abren al exterior. Un ejemplo de secreción ecrina es la sudoración que aparece en la frente cuando hace calor.
- **Apocrinas:** La sustancia es secretada junto con la vesícula que la contiene, es decir, que un fragmento de la propia célula es eliminado. Las glándulas mamarias son glándulas sudoríparas apocrinas modificadas.
- **Holocrinas:** La secreción conlleva la destrucción celular para que su contenido sea vertido al exterior. Es la forma de actuar de las glándulas sebáceas de la piel.

[Para saber más](#)

Accede al siguiente enlace que te llevará a un estupendo atlas de histología animal y vegetal. Podrás ver cómo se diferencian los epitelios glandulares.

[Acceso al Atlas de histología animal y vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Vigo](#)

Autoevaluación

¿Qué es un epitelio pseudoestratificado?

- ☐ No pertenece a los tejidos epiteliales, ya que es un epitelio falso.
- ☐ Es un epitelio poco estratificado.
- ☐ Es un epitelio con pseudópodos.
- ☐ Es un epitelio simple, pero que parece estratificado.

No es correcta porque sí que se trata de un epitelio.

Incorrecta. Deberías leértelo una vez más...

¿Con pseudópodos? ¡De ninguna manera...!

Efectivamente es correcto, sólo existe una capa de células, pero de diferentes tamaños.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

1.2.2.- El tejido conjuntivo laxo y fibroso.

Todos los tejidos están formados por unas células características y por unos materiales extracelulares. En el caso del tejido conjuntivo, son estos elementos que rodean a las células (mayoritariamente producidos por ellas mismas) los que confieren a los diferentes tipos sus características diferenciales.

Precisamente esta matriz extracelular es la que define al tejido conjuntivo como tal.

- El **tejido conjuntivo laxo** es el encargado de ejercer funciones de “relleno” y de conexión entre las células, mantienen unidos diferentes tejidos entre sí, y también forman la estructura general de los órganos. También se le denomina tejido conectivo. Además, es el lugar donde las células inmunitarias inician los procesos inflamatorios.
- El **tejido conjuntivo fibroso**, como su nombre indica, es el responsable de fabricar fibras para su matriz extracelular, que le confieren la capacidad de alta resistencia a la tracción, como es el caso de la dermis o de los tendones.

CÉLULAS:

Las células propias de estos tipos de tejidos conectivos son los [fibroblastos](#), que son las encargadas de fabricar los diferentes tipos de fibras que formaran, junto con la [sustancia fundamental](#), la matriz conjuntiva. Si estas células están en fase de reposo, sin fabricar fibras, pasan a llamarse fibrocitos.

En el tejido conjuntivo encontramos además otras células, como las células reticulares, los mastocitos, los macrófagos y diferentes tipos de leucocitos.

SUSTANCIA FUNDAMENTAL:

Los encargados de rellenar los espacios entre las células y las fibras son un conjunto de moléculas grandes, como proteoglicanos y glicoproteínas, que tiene una capacidad especial de retener agua, precisamente gracias a su tamaño.

FIBRAS:

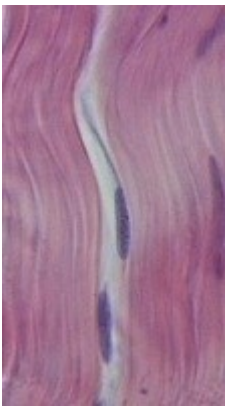
Ha llegado el momento de que aprendas cuáles son las fibras que pueden producir los

fibroblastos:

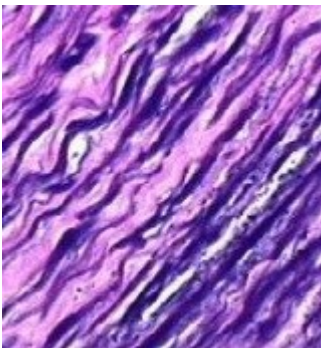
- **Fibras colágenas:** El colágeno es una de las proteínas más importantes del cuerpo humano, ya que supone un 25% de todas las proteínas del mismo. Las fibras formadas por esta proteína conforman la estructura básica de la dermis, los tendones, los ligamentos y las [fascias](#).

El hecho de estar configurada como cadenas helicoidales ensambladas le otorga propiedades no sólo de resistencia, sino también de flexibilidad.

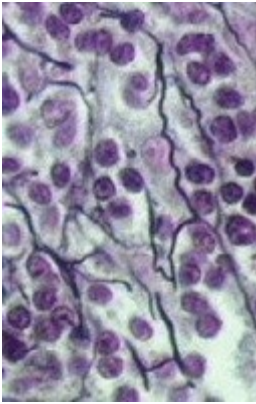
Se conocen en la actualidad mas de veinte tipos diferentes de colágeno, repartidos por todos los tipos de tejidos conjuntivos.



- **Fibras elásticas:** La elastina se halla formando mallas gracias a las ramificaciones de su estructura. Es por esta razón que la elasticidad es su principal característica.



- **Fibras reticulares:** La reticulina es el nombre que se daba a la proteína que hoy sabemos que no es sino un tipo de colágeno (colágeno III) que adopta la forma de cadenas finas que forman entre ellas una especie de entramado. Puedes imaginártelas como un sistema de vigas que confieren estructura, sostén y anclaje a los tejidos. Son mucho más escasas que las anteriores, excepto en los tejidos linfoides.



Curiosidades

¿Te has preguntado alguna vez cómo afecta el paso de los años a nuestros tejidos?

Mostrar retroalimentación

Quizás te resulte curioso conocer que las fibras de colágeno envejecen perdiendo precisamente su capacidad de flexibilidad, volviéndose cada vez más rígidas. Muchos de los procesos de rigidez articular asociados al envejecimiento podrían explicarse por esta razón. El envejecimiento también altera la capacidad elástica de la elastina, apareciendo la flaccidez cutánea, por ejemplo.

Y aprovechando que nos movemos en los terrenos de las curiosidades, tal vez te guste conocer que la gelatina se obtiene de la desnaturalización por alta temperatura del colágeno...

1.2.3.- Otros tipos de tejido conjuntivo.

Aparte del tejido conjuntivo propiamente dicho, existen otros tejidos en los que las células se encuentran inmersas en una matriz extracelular. No obstante, tienen funciones muy especiales, que hacen que conformen por sí mismos tipos diferentes de tejido conectivo.

Vas a profundizar ahora uno por uno:



TEJIDO ÓSEO:

Su función es formar el principal tejido de soporte del cuerpo humano, con unas especiales características de rigidez y resistencia a compresión y a la tracción.

Este tejido tiene la propiedad de mineralizarse, incorporando sales cálcicas (**hidroxiapatita**), que van a contribuir a sus propiedades. En el caso del hueso, la reserva de calcio es reversible, y, por lo tanto, atendiendo a las necesidades plasmáticas de este elemento, se puede movilizar el mineral. Podemos decir por tanto, que el hueso se hace y se deshace continuamente. Esto explica también el proceso de remodelado óseo que debe darse en el crecimiento o en la reparación de una fractura.

Podemos encontrar también tejidos similares mineralizados en la dentina y en el esmalte dentario. Mientras que en el hueso, las células formadoras de matriz se denominan **osteoblastos**, en la dentina pasan a llamarse **odontoblastos**. En las zonas de resorción ósea encontraremos también los **osteoclastos**, que son células destructoras de hueso.

En el tejido óseo, la matriz y las fibras colágenas recibe el nombre especial de **osteína**, y se encuentra perfectamente organizada en estructuras regulares alrededor de un canalículo ([canal de Havers](#)). A esta estructura funcional y estructural se le denomina **osteona**.

TEJIDO CARTILAGINOSO:

Los huesos largos crecen a partir de una zona de cartílago mediante un proceso que denominamos osificación endocondral. Las células propias del tejido cartilaginosos, los **condroblastos**, proliferan y producen las sustancias de la matriz que les rodean (colágeno, ácido hialurónico...). Tras mitosis sucesivas se transformaran en **condrocitos** (una posterior mineralización de estas estructuras dará lugar al hueso). El cartílago es avascular, es decir, no recibe aporte sanguíneo por sí mismo, sino a través de la capa protectora que le rodea: el pericondrio.

La característica especial de este tejido es que, siendo sólo relativamente sólido puesto que no está mineralizado como el hueso, es capaz de resistir potentes fuerzas de compresión. Eso explica por qué forma parte de las superficies articulares, que son zonas corporales sometidas a fuertes tensiones y fricción.

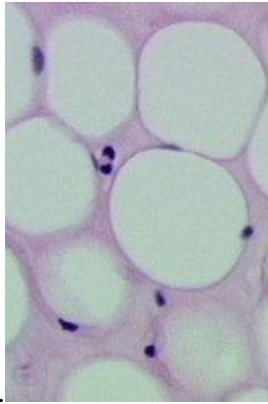
Entre los diferentes tipos de cartílago se encuentran el cartílago **hialino** de crecimiento y el de las articulaciones, el cartílago **fibroso** (en los meniscos) y el cartílago **elástico** (por ejemplo, el que puedes encontrar en tu pabellón auricular). El tejido cartilaginoso merece que le dediquemos dedicación especial en el apartado "Para saber más"

TEJIDO ADIPOSO:

El organismo humano dispone de un tejido específico para almacenar grasas, de forma que puedan ser reutilizadas en el momento en que un aporte energético a partir de este sustrato sea requerido, o como materia prima para la síntesis de determinados compuestos.

Los **adipocitos** son las células propias de este tipo de tejido, especializadas hasta tal punto que se han transformado en una vesícula gigante rellena de lípidos, con el núcleo arrinconado en un margen. Han perdido incluso la capacidad de multiplicarse. Ni siquiera son buenas secretoras de fibras de colágeno, y su principal tarea será acumular o movilizar los depósitos grasos.

El tejido adiposo es uno de los más abundantes del cuerpo humano. Su porcentaje varía entre ambos sexos, pero puede oscilar, en circunstancias normales entre el 15 y el 25% del peso



corporal total.

"Para saber más"

Utilizando el mismo atlas de la Universidad de Vigo entra en el [Tejido cartilaginoso](#) y continúa por el [tejido adiposo](#)

Autoevaluación

¿Cuál de los siguientes tipos de tejido conjuntivo carece de vasos sanguíneos propios?

- ☐ Tejido conjuntivo epitelial.
- ☐ Tejido óseo.
- ☐ Tejido conjuntivo laxo.
- ☐ Tejido cartilaginoso.

Incorrecto. ¡Este tipo de tejido no existe!

No es correcto. Recuerda que es en el tejido óseo esponjoso o reticular donde se forman las células sanguíneas...

Creo que te falta poner más atención. Deberías leer nuevamente este capítulo.

¡Correcto! Eso explica que las lesiones de los cartílagos en las que se daña el pericondrio sean difíciles de curar.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

1.2.4.- El tejido muscular.

Existen tejidos que, por sus características y orígenes, no pueden ser encuadrados en ninguno de los tipos titulares anteriores (epitelial o conjuntivo). Uno de estos tejidos especiales es el tejido muscular, especializado en la contracción y distensión de los músculos. Has de pensar que no sólo encontramos músculo en las extremidades o el tronco. También debes pensar en otros músculos, más poco visibles, pero no por ello menos importantes. Cuando “te suenan las tripas”, la musculatura que rodea los tramos del intestino delgado está contrayéndose para impulsar su contenido mediante los movimientos peristálticos. Y no olvides que el órgano que nos mantiene vivos, el corazón, es, fundamentalmente, un músculo.

La **capacidad contráctil del tejido muscular** reside en las miofibrillas, que son unas proteínas contráctiles surgidas a partir de las estructuras del citoesqueleto celular, como ya has estudiado en el capítulo referente a los orgánulos.

La disposición de estas miofibrillas, la forma de los miocitos y la voluntariedad del movimiento definen los subtipos de tejido muscular, que son:

TEJIDO MUSCULAR LISO:

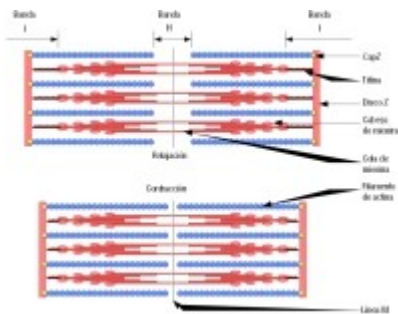
Los **miocitos** (¡lo has adivinado! las células propias del tejido muscular) tienen forma de **huso** (el huso es la parte de la rueca donde se enrolla el hilo, con lo que se pinchó el dedo la Bella Durmiente). Dejando las bromas aparte, estas células tienen en el músculo liso un **núcleo central**, y las miofibrillas se disponen en forma más o menos radial hacia la periferia celular. La **contracción** de esta musculatura es **involuntaria** y lo encontramos en las capas musculares de las vísceras y vasos sanguíneos entre otros.

TEJIDO MUSCULAR ESTRIADO:

Es el que forma prioritariamente la musculatura esquelética (es decir, la del aparato locomotor). Por tanto, puedes deducir por ti mismo que el **movimiento** será de tipo **voluntario**.

Los miocitos tienen una forma cilíndrica, de longitud considerable, y se unen los unos a los otros de forma perfectamente ordenada, dando la impresión de más longitud aún, e incluso de que existen varios núcleos en una misma célula.

Las miofibrillas están perfectamente alineadas en forma longitudinal, intercalándose la [actina](#) y la [miosina](#). La interacción entre estas dos proteínas dará lugar a cambios en la conformación celular que implicarán su contracción. La unidad estructural y funcional básica de contracción muscular se denomina [sarcómero](#).



Para saber más

<https://www.youtube.com/embed/C4fmTtO1bbo>

¿Qué conoces sobre la contracción muscular? La interacción entre las proteínas contráctiles es uno de los ballets mejor orquestados del organismo humano. En el siguiente vídeo tienes una animación que lo ilustra de forma muy sencilla.

[Resumen textual alternativo](#)

TEJIDO MUSCULAR CARDÍACO:

En el miocardio, única zona del cuerpo donde encontramos el tejido muscular cardíaco, encontramos aspectos que nos recuerdan al músculo liso (como el tipo de contracción que, por supuesto, es involuntaria), pero la histología nos acerca más al músculo estriado.

Los miocitos, en lugar de ser cilíndricos, adquieren una forma parecida a un "pantalón", de tamaño más pequeño, y las fibras que se forman al unirse varios miocitos no son tan largas. Las miofibrillas también están perfectamente ordenadas en sentido longitudinal.

1.2.5.- El tejido nervioso.

A finales del siglo XIX, un científico español elaboró una teoría que explicaba cómo era tisular y celularmente el sistema nervioso. Esta teoría se llamó “doctrina de la neurona”, y su autor recibió en el año 1906 el Premio Nobel de Fisiología y Medicina. El sabio se llamaba [Santiago Ramón y Cajal](#). Y es a él a quien debemos las bases de la comprensión de la estructura del tejido nervioso. Las células básicas del sistema nervioso son las **neuronas**.

Las células pueden alcanzar un **alto grado de especialización**, especialmente en los organismos pluricelulares. Dicha especialización o diferenciación es tal que, en el cuerpo humano, en algunos casos, dificulta la propia viabilidad de la célula aislada. En el sistema nervioso, y precisamente debido a su altísima especialización, las neuronas dependen para su supervivencia de las **células de la glía**. Estas células, también descubiertas por Ramón y Cajal, actúan como auténticas nodrizas de las neuronas, asegurando su aporte de nutrientes, regulando la producción de neurotransmisores por parte de las mismas, facilitando el impulso nervioso, fabricando [mielina](#), aislándolas del resto de tejidos e incluso induciendo la reparación de los axones en ciertos casos. Existen muchos tipos de células gliales, pero las más abundantes son los **astrocitos**, **oligodendrocitos** y las **células ependimarias**.

También debido a su especialización, la mayoría de las neuronas han perdido incluso su capacidad mitótica y, por lo tanto, no pueden reproducirse (sólo unas pocas mantienen su capacidad de renovación o regeneración).

"Sabías que ..."

Ciertas toxicopatías o adicciones, como por ejemplo el **alcoholismo**, producen degeneración y posterior muerte de grupos neuronales. Has visto que la mayoría de las neuronas no son capaces de regenerarse, por lo tanto, ante un alcoholismo crónico, las muertes neuronales ocasionarán alteraciones irreversibles. Para conservar la población neuronal, el individuo debe adoptar hábitos de vida saludables.

Las neuronas tienen una forma característica, con un cuerpo o **soma** estrellado del que se emiten unas prolongaciones a modo de dedos, que se denominan **dendritas**. El cuerpo neuronal se continúa con una “cola” que puede llegar a medir más de un metro en el cuerpo humano. Esta zona de la neurona se llama cilindro-eje o **axón**. Finalmente, el axón termina en una zona de diferentes formas en dependencia del tipo de neurona, a la que llamamos **terminación nerviosa**.



En los **axones**, podremos observar también unos cúmulos regulares de una lipoproteína denominada **mielina**, que tiene gran importancia en la velocidad de propagación del impulso nervioso, dado que posee características aislantes. Cuanto más mielinizada se encuentre la neurona, más rápido se transmitirá la excitación nerviosa. La mielina es producida por unas células gliales denominadas **células de Schwann**.

La característica que hace a las neuronas tan especiales es su **excitabilidad**, por la que transforman los estímulos recibidos en **potenciales de membrana** que se propagan de unas neuronas a otras o hasta las fibras musculares.

El **impulso nervioso es de tipo electroquímico**. No sólo se basa en la propagación de un potencial de acción eléctrico a través de la membrana celular, a lo largo de su axón, sino que también posee una vertiente química al liberarse unas sustancias a nivel de la terminación nerviosa que se denominan **neurotransmisores**. Algunos de estos son la adrenalina, la acetilcolina, la dopamina, la serotonina, las endorfinas, etc.

Y es que es importante que conozcas que las neuronas no contactan directamente unas con las otras, sino que establecen **sinapsis**, que son espacios entre la terminación nerviosa de una neurona y las dendritas de la siguiente. Los neurotransmisores llenan estos espacios en el momento de la transmisión nerviosa y son captados por la neurona siguiente.

"Para saber más"

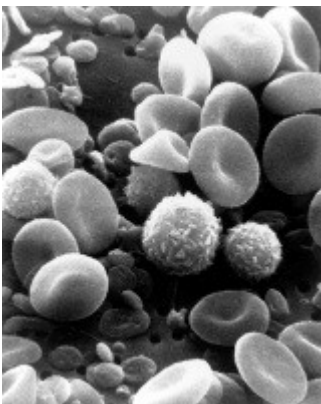
Ahora puedes acceder al Atlas de Histología animal y vegetal para saber más del [tejido nervioso](#).

1.2.6.- La sangre.

Existe un tejido en el cuerpo humano que es difícil considerar como tal. La sangre circulante no se “establece” como estructura tisular en un lugar determinado, ni está unida a otros tejidos. Podríamos decir que es el único **tejido móvil y líquido**. También sus células están libres, y no se unen las unas a las otras, excepto en los procesos de coagulación o agregación. Si sometiéramos un tubo de ensayo lleno de sangre a una centrifugación y posteriormente lo dejáramos reposar, al cabo de poco tiempo observaríamos que el contenido se nos ha separado en **fases**:

- Una capa superior estaría formada por un líquido transparente, amarillento, representando aproximadamente el 55% de la mezcla. Esta fracción corresponde al **plasma**, que definiremos como el componente líquido de la sangre.
- Una capa sedimentada espesa, oscura y rojiza, a la que llamaremos **hematocrito** y que está formada por los eritrocitos. Representará aproximadamente el 45% del total.
- Entre una y otra capa encontramos una pequeña **interfase**, de aspecto blanquecino (en inglés la llaman “buffy-coat”) que estará formada por los leucocitos y las plaquetas.

Pasemos a estudiar la fracción plasmática y las fracciones celulares de forma independiente:



PLASMA:

Está formado básicamente por agua, que representa más del 90%. El resto lo forman sustancias en disolución en este medio acuoso. Estos solutos son mayoritariamente proteínas, entre ellas la albúmina, que es la más abundante, pero también [fibrinógeno](#), las

[proteínas del complemento](#), y otras alfa, beta y gammaglobulinas. Otras sustancias en solución son la urea, la glucosa, los lípidos plasmáticos, los iones (sodio, potasio...), hormonas, vitaminas, etc.

ELEMENTOS FORMES:

En la sangre encontramos tres líneas celulares bien diferenciadas, tanto estructural como funcionalmente:

- **Eritrocitos:** También se les llama hematíes o glóbulos rojos. Son los elementos formes más numerosos, ya que en un milímetro cúbico los valores de normalidad oscilan entre 4 - 5 millones. Tienen forma de moneda, con una depresión en la zona central. Carecen de núcleo o de otros orgánulos celulares. En realidad, son membranas rellenas de una proteína capaz de retener los gases (el oxígeno y el dióxido de carbono): la hemoglobina. Por esta razón, su principal función será intervenir en el transporte de estos gases.
- **Leucocitos:** Los conocemos de forma más popular como glóbulos blancos. Existen diversos subtipos definidos por las características tincionales de su citoplasma, la forma y el tamaño de su núcleo, y sus funciones. Los valores de normalidad oscilan entre 5.000 y 10.000 por milímetro cúbico.
- **Trombocitos:** Muy a menudo denominados plaquetas. Son en realidad pequeños fragmentos de una célula gigante (el [megacariocito](#)) que se encuentra en la médula ósea roja. El número aproximado en una persona sana se encuentra entre 150.000 y 300.000 por milímetro cúbico. Los trombocitos intervienen en los fenómenos de reparación y, de forma fundamental, en la coagulación sanguínea. En unidades de trabajo posteriores podrás estudiar este proceso con más detalle.

Debes conocer

Las diferentes estirpes leucocitarias tienen características bien diferenciadas, que condicionan también funciones propias para cada estirpe.

Los valores de leucocitos considerados normales se encuentran entre 5.000 y 10.000 leucocitos por mm^3 . Son células verdaderas, con núcleo y orgánulos celulares. Son los

elementos formes más grandes. Tienen funciones inmunitarias (defensivas). Al hacer el recuento leucocitario, los leucocitos se tipifican mediante la fórmula leucocitaria, que indica las cantidades relativas de cada tipo. Se clasifican en:

1. Granulocitos: Con tres tipos:

- Neutrófilos: Son los más abundantes. Se encargan de la defensa inespecífica (fagocitosis).
- Basófilos: Liberan histamina y serotonina en las respuestas inmunitarias.
- Eosinófilos: Intervienen en las reacciones de hipersensibilidad (alergia).

2. Agranulocitos: Con dos tipos:

- Monocitos: Intervienen en funciones de defensa con fagocitosis en los mismos tejidos, respuesta inflamatoria, etc.
- Linfocitos: Existen dos subtipos:
 - Linfocitos B: Encargados de la defensa específica mediada por anticuerpos.
 - Linfocitos T: Responsables de la inmunidad mediada por células.

□

Si has leído detalladamente los párrafos anteriores, comprenderás ahora por qué hemos hablado de “elementos formes” y no de células. Te has dado cuenta, ¿no? Los únicos elementos sanguíneos que son células completas son los leucocitos.

Autoevaluación

¿Cuál de los elementos constituyentes de la sangre tiene a su cargo las tareas inmunológicas?

- Los eritrocitos.
- Los trombocitos.
- El plasma.

- Los leucocitos.

No es correcta. Los eritrocitos se encargan del transporte de gases.

Incorrecta. Las plaquetas intervienen en los procesos de coagulación.

No es la respuesta correcta. El plasma es el componente líquido de la sangre.

Bien. Los glóbulos blancos son los encargados de defender el organismo.

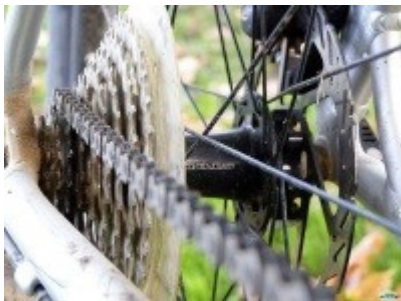
Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

1.3.- Órganos y sistemas.

Ya has estudiado los niveles básicos en los que se organiza el organismo humano. ¿Recuerdas? Elementos se unen para formar moléculas, moléculas se unen para formar células y células se unen para formar tejidos...

Ha llegado el momento de subir un peldaño más en el sistema jerárquico del cuerpo.



Al igual que una célula independiente, el cuerpo humano en su globalidad ha de cumplir unas funciones básicas que le caracterizan como ser vivo. Nuevamente apelo a tu memoria para que recuerdes cuáles eran: la función de relación, la función de nutrición y la función de reproducción.

Para cumplir estas funciones, no basta con la simple estructura [tisular](#), sino que requerimos de estructuras más complejas, formadas por diferentes tipos de tejidos y con un nivel de organización y coordinación más perfeccionado. Por lo tanto, los tejidos se unirán para formar [órganos](#), y estos se unirán a su vez entre ellos para dar lugar a [sistemas](#) y [aparatos](#) de coordinación de las diversas funciones orgánicas. El cuerpo ha ido ensamblando piezas que funcionan de manera similar al engranaje de una máquina.

¿Qué sistemas y aparatos intervendrán en cada una de las funciones orgánicas?

1. Función de relación:

El ser humano se relaciona con el ambiente que le rodea al igual que la célula lo hace con su medio externo.

- Para esta función, necesita al **sistema nervioso**, una red de receptores de estímulos (los órganos de los sentidos y las terminaciones nerviosas) que dirigen

los impulsos a un órgano superior alojado en el sistema nervioso central, que producirá una respuesta que enviará a su vez al sistema efector de esta reacción.

- Y el efector de las órdenes nerviosas superiores no es otro que el **aparato locomotor**: huesos, músculos y articulaciones realizarán acciones coordinadas respondiendo de forma efectiva al estímulo.
- Pero no podemos olvidar que el cuerpo humano debe “relacionarse” también con su propio medio interno: el sistema nervioso anteriormente citado hace el papel de coordinador de las funciones internas, pero requiere de un sistema que trabaja en íntima colaboración con él, el **sistema endocrino**. Trabajan tan íntimamente unidos, que a menudo nos referimos a ellos como el sistema neuroendocrino.
- También interviene en esta relación con el medio el **sistema inmunológico**, que es el encargado de defenderse ante las agresiones que provengan tanto del exterior como desde el propio organismo.

2. Función de nutrición:

La función de nutrición es muy compleja y va mucho más allá de la ingesta de alimentos.

- El aporte y aprovechamiento de nutrientes para el metabolismo del cuerpo humano está asegurado gracias al correcto funcionamiento del **sistema digestivo**.
- Y la entrada del oxígeno imprescindible para nuestra supervivencia tiene lugar en el **aparato respiratorio**.
- Pero no sólo necesitamos una entrada, sino que también tenemos necesidad de un sistema de transporte de estos nutrientes para asegurar que llegan a todas y cada una de las células del organismo: la **sangre**, circulando por el **sistema cardiocirculatorio**, se reparten el oxígeno y los nutrientes se reparten.
- La función de nutrición finaliza con la excreción de los productos no aprovechables, de deshecho, tarea que realizará el **sistema excretor**.

1. Función de reproducción:

De la producción de las células germinales, la fecundación de estas, la acogida para el desarrollo del embrión y la liberación de una nueva vida al exterior se encargará en sistema reproductor, siempre en íntima relación y bajo coordinación del sistema endocrino, del que ya hemos hablado cuando estudiabas la función de relación.

Los sistemas y sus funciones

Función de reproducción	Función de relación	Función de nutrición
Sistema reproductor	Sistema endocrino	Sistema digestivo
	Aparato locomotor	
	Sistema nervioso	Aparato respiratorio
	Sistema inmunológico	Sistema excretor
	Sistema cardiocirculatorio y sangre	

1.3.1.- Sistema locomotor.



La **locomoción** es la capacidad que tenemos de trasladarnos de un lugar a otro. Seguro que te parece que es la función más evidente del **sistema locomotor**. Pero no debes olvidar que este aparato tiene **otras funciones**, no menos importantes:

- Es casi siempre la parte ejecutora de la **respuesta a estímulos** en nuestra función de relación.
- **Protege a otros órganos**, a menudo considerados “nobles”, como el cerebro, el corazón, los pulmones o el hígado.
- Se encarga, en la **médula roja** de los huesos, de fabricar los elementos formes de la sangre. Es lo que denominamos **hematopoyesis**.
- Supone la auténtica y más abundante **reserva de calcio** del organismo. A diferencia de otras estructuras calcificadas, en el hueso la reserva es **movilizable** de acuerdo a las necesidades.
- Además de la locomoción propiamente dicha, el sistema locomotor se encarga también de cualquier tipo de **movimiento**, del **soporte** y del mantenimiento de la **postura**.

El aparato locomotor está formado por tres componentes: el sistema óseo, el sistema muscular y el sistema articular. En un sistema de palancas, equivaldrían a las palancas, las fuerzas de tracción y el punto de apoyo, respectivamente.

SISTEMA ÓSEO

En el cuerpo humano podemos contar hasta 206 huesos. Estos huesos no son todos iguales

y, en un intento por clasificarlos, se ha recurrido a su forma. Así encontraremos:

- **Huesos planos:** Están formados por dos láminas pegadas de tejido óseo compacto. Apenas tienen tejido óseo [esponjoso](#). El mejor ejemplo que podemos encontrar es la escápula, pero también los huesos del cráneo: parietal, frontal, occipital, etc.
- **Huesos cortos:** Todas las dimensiones del hueso son similares, lo que le confiere un aspecto redondeado o cuboide. Son huesos cortos los del [carpo](#) y los del [tarso](#), así como los cuerpos vertebrales. En este tipo de huesos, el tejido esponjoso será una parte constituyente importante.
- **Huesos largos:** Se observa el predominio claro de una dimensión sobre las otras. Es el caso del fémur, el húmero, el peroné... En estos huesos podemos observar diferentes partes:
 - **Diáfisis:** Es la zona más larga del hueso, formada por tejido óseo compacto, que en lenguaje popular habrás oído nombrar alguna vez como “la caña del hueso”. Y, como una caña, está hueca por dentro, sólo ocupada por una estructura grasa que llamamos médula ósea amarilla.
 - **Epífisis:** Son los extremos del hueso (se suelen utilizar los términos proximal y distal para identificar las epífisis más cercana y alejada del cuerpo, respectivamente), ocupados por médula ósea roja de tejido esponjoso, donde se produce la hematopoyesis que antes has estudiado en las funciones del aparato locomotor.
 - **Metáfisis:** Es la zona que une las epífisis a la diáfisis. Coincide con la zona de crecimiento, por donde crecen los huesos en longitud hasta el final de la pubertad.

SISTEMA MUSCULAR

Encargados, mediante su contracción, de ejercer las fuerzas de tracción que provocan el movimiento, los músculos del aparato locomotor están formados por tejido muscular estriado. Saltan de hueso a hueso, unidos a ellos mediante los tendones, para moverlos, pero algunos se unen a estructuras cutáneas (por ejemplo en el caso de los músculos de la mímica) para ocasionar la movilización de éstas.

SISTEMA ARTICULAR

Podemos clasificar las articulaciones en sinartrodias (sin movimiento), anfiartrodias (con poco movimiento) y diartrodias (se mueven en algún eje del espacio). En estas últimas encontramos los elementos articulares, que pueden ser: cápsula articular, líquido sinovial,

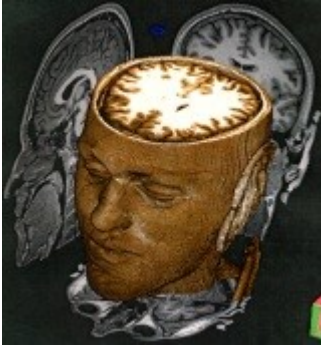
meniscos, cartílago sinovial y ligamentos.

Debes conocer

Antes de pasar de página, ha llegado el momento de que revises los principales huesos, músculos y tipos de articulaciones del cuerpo humano. En el enlace siguiente podrás encontrarlos de forma sencilla.

[Aparato locomotor](#)

1.3.2.- Sistema nervioso.



Colaborando con el aparato locomotor en la función de relación, el **sistema nervioso** es el encargado de recibir los estímulos, conducirlos, si así se requiere, al sistema nervioso central, y, además, ser el medio de conducción de la respuesta elaborada hasta los efectores de la misma, que son los músculos.

Has de saber también que este sistema colabora también de forma estrecha con el sistema endocrino, de forma que hay fuentes que hablan de ellos como de un único sistema: el [sistema neuroendocrino](#).

¿Recuerdas las características del tejido nervioso, que has estudiado en un capítulo anterior? Allí has estudiado las **sinapsis**, que son la base para entender el mecanismo de la transmisión del impulso nervioso. Este impulso tiene componentes químicos y eléctricos. Los cambios iónicos de las membranas crean potenciales eléctricos y originan “ondas” de transmisión, siempre en el mismo sentido: de las dendritas al axón. Puede alcanzar velocidades superiores a los 100 m/s.

El sistema nervioso se puede estudiar desde distintos puntos de vista por su distribución anatómica y sus características funcionales, vamos a verlo:

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (a partir de ahora, SNC):

Protegido por estructuras óseas (cráneo, columna vertebral) y por las [meninges](#), se divide a su vez en:

- **Cerebro:** La parte más grande del SNC está dividida en **dos hemisferios** unidos entre sí

por una estructura central (el cuerpo calloso). En su corteza es donde se hacen conscientes los estímulos. En este órgano residen las **capacidades superiores** del organismo humano como la de pensar, la memoria, el lenguaje o la capacidad creativa. Es el encargado de controlar y coordinar las acciones voluntarias, así como el resto de centros nerviosos.

- **Cerebelo:** A este órgano, situado en localización inferior y posterior al cerebro, lleno de surcos y circunvoluciones, se le ha llamado figuradamente “el árbol de la vida” por su aspecto y funciones. Controla los movimientos “aprendidos”, es decir, aquellos para los que hemos elaborado **automatismos**. Seguro que has oído decir que a patinar o a ir en bicicleta se aprende para toda la vida. Puedes darle las gracias al cerebelo. También es el encargado del mantenimiento de la **postura** y el **equilibrio**, y permite la coordinación y la acción conjunta de la musculatura [agonista y antagonista](#) en los movimientos.
- **Tronco del encéfalo:** Formado a su vez por el **mesencéfalo**, la **protuberancia** y el **bulbo raquídeo**, conecta el cerebro con la médula espinal. Cuando tienes hipo o estornudas, esta estructura ha colaborado en ello. Se encarga de intervenir en **funciones automáticas** involuntarias como el ritmo cardíaco y el ritmo respiratorio o la regulación de la presión sanguínea (aunque no es el único sistema de regulación de los mismos), la deglución y los [movimientos peristálticos](#) del tubo digestivo, el reflejo de la tos y el estornudo, la alternancia de sueño y vigilia, o los molestos reflejos del vómito. Y estos son sólo una pequeña muestra.
- **Médula espinal:** De ella salen los nervios raquídeos (que forman el sistema nervioso periférico) a cada lado y a nivel de cada unión intervertebral, que inervarán a los músculos, órganos y glándulas de cada zona que les correspondan. Llega hasta el nivel de la segunda vértebra lumbar (L2) y, a partir de ahí, el canal raquídeo contiene sólo los nervios raquídeos que se dirigen a niveles más inferiores, formando la denominada “cola de caballo”.

SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO (a partir de aquí, SNP):

Está formado por los nervios periféricos, que pueden ser **aferentes** o receptores (van desde la periferia hacia el SNC) y **eferentes** o efectores (van desde el SNC a la periferia).

SISTEMA NERVIOSO VEGETATIVO:

También se le llama **autónomo**, ya que, como su nombre indica, será el coordinador y

modulador de funciones involuntarias como el ritmo cardíaco, la apertura pupilar o la sudoración. Está formado por dos subsistemas que a menudo realizan tareas antagónicas: el sistema simpático y el sistema parasimpático.

"Para saber más "

Imagino que te ha parecido interesante lo que has estudiado sobre el sistema nervioso. Tienes que saber que su funcionamiento es complicadísimo y no puede ser objeto de estudio en profundidad en este módulo. aquí tienes un acceso a una web que puede ayudarte a aclarar los conceptos clave. Recuerda siempre buscar en las redes información fiable.

[Conceptos sobre el sistema nervioso](#)

Autoevaluación

Si, en una punción lumbar, quien la realiza pincha por debajo de la segunda vértebra lumbar, existe riesgo de lesionar la médula espinal.

- ☐ Verdadero.
- ☐ Falso.

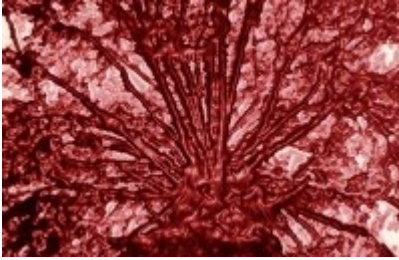
Te has equivocado. La médula no suele llegar más allá de L2, por lo que es improbable que, si realiza la técnica correctamente, pueda lesionarla.

En efecto, por debajo de la L2 no encontramos ya médula, sino la cola de caballo.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

1.3.3.- Sistema cardiocirculatorio.



El **sistema circulatorio humano** es un sistema cerrado y doble, en el que la sangre que circula por el lado derecho del corazón no contacta dentro del mismo con la del lado izquierdo. Para comprender su funcionamiento, se ha dividido en dos “trayectos”, que son:

- La **circulación mayor**, que parte del ventrículo izquierdo y la sangre se repartirá hasta llegar a cada una de las células del cuerpo para realizar el intercambio de gases y nutrientes, retornando después al corazón por la aurícula derecha.
- La **circulación menor**, descrita por [Miguel Servet](#), que se inicia en el ventrículo derecho para llevar la sangre hasta los capilares pulmonares, donde se realizará el intercambio de gases con el sistema respiratorio, volviendo la sangre reoxigenada al corazón por la aurícula izquierda.

Los componentes de este sistema son:

El **corazón**: localizado en el [mediastino](#), ligeramente inclinado hacia la izquierda, abajo y adelante, es básicamente un músculo de entre 250 y 275 gr. que impulsa el flujo sanguíneo mediante sus movimientos de contracción (**sístole**) y relajación (**diástole**), latiendo a una frecuencia, en condiciones basales, de entre 60 y 100 latidos por minuto. De él salen y a él llegan los vasos sanguíneos principales (llamados “los grandes vasos”: arteria aorta, venas cavas, arterias y venas pulmonares).

Los vasos sanguíneos: Son las arterias, las venas y los capilares. En la siguiente tabla puedes ver las diferencias entre las dos primeras.

La sangre: Ya la has estudiado cuando hablábamos de los tejidos, ¿recuerdas?

Diferencias entre arterias y venas

CARACTERÍSTICA DIFERENCIAL	ARTERIAS	VENAS
Se representan de color	Rojo (excepto la arteria pulmonar y sus ramificaciones)	Azul (excepto las venas pulmonares y sus afluentes)
Gas transportado mayoritariamente	Oxígeno (excepto la arteria pulmonar y sus ramificaciones)	Dióxido de carbono (excepto las venas pulmonares y sus afluentes)
Se percibe el latido cardíaco (pulsan)	Sí	No
Flujo sanguíneo	Pulsátil	Continuo
Presencia de válvulas antiretorno	No	Sí
Pared	Gruesa y muscular	Fina y elástica
Luz	Estrecha	Amplia
Sentido del flujo respecto al corazón	Centrífugo desde el corazón (se alejan)	Centrípeto hacia el corazón (se acercan)

No puedes olvidar que existe un sistema circulatorio diferente al sanguíneo, aunque colabora con este en la regulación de los líquidos y la recogida de sustancias de desecho y en las funciones defensivas: es el **sistema linfático**, formado por:

- Vasos linfáticos y sus [ganglios](#).
- Órganos linfáticos: Bazo, timo, apéndice vermiforme, placas de Peyer, amígdalas palatinas, adenoides...
- Linfa: Difiere de la sangre en los contenidos de lípidos y proteínas, así como en los elementos formes, ya que la linfa no contiene eritrocitos.

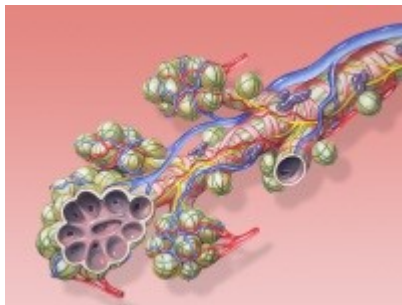
Para saber más

¿Serías capaz de recordar los nombres de las principales arterias y venas del cuerpo humano? No sólo es importante conocer el nombre de los grandes vasos: también los vasos sanguíneos secundarios merecen que sepas cómo se llaman.

Esta página del Col·legi d'Infermeria de Barcelona contiene dos enlaces a imágenes que indican el nombre y la localización en el cuerpo humano de las principales arterias y venas por separado, mediante imágenes en las que están numerados los vasos sanguíneos con la leyenda a la izquierda.

[Arterias y venas](#)

1.3.4.- Sistema respiratorio.



Cuando pensamos en los nutrientes que entran en el organismo, tendemos a pensar solamente en los que pueden aportarnos energía (principios inmediatos) o en los que forman parte de las sustancias reguladoras (vitaminas, minerales, agua, etc.). Estos aspectos son los que veremos más adelante cuando hablemos del aparato digestivo.

Pero el estudio de la función de nutrición pasa también por comprender cómo sucede la **entrada de oxígeno** y la **salida de dióxido de carbono** en el organismo, proceso básico para la supervivencia celular y del organismo en sí mismo.

Desde que el aire inspirado entra por la nariz o la boca y se dirige por vía laríngea, traqueal y por las sucesivas ramificaciones bronquiales hasta los [alvéolos](#) para realizar el intercambio gaseoso con los capilares alveolares, hasta el camino contrario que seguirá el aire espirado para salir al exterior, los procesos que acontecen pertenecen al funcionamiento del **sistema respiratorio**.

Fisiológicamente, podemos diferenciar varios procesos, que tendrán gran importancia en la definición de las diferentes alteraciones y patologías respiratorias que estudiarás en unidades de trabajo posteriores:

- **PERFUSIÓN:** Hace referencia al correcto paso del **flujo sanguíneo** a través de los capilares pulmonares alveolares. Si existe una alteración que obstruya este flujo, el intercambio de gases será imposible. Es lo que sucede en la embolia pulmonar.
- **VENTILACIÓN:** Este término nos indica cómo llega el aire inspirado al fondo alveolar. Si existe una alteración que impida que el **flujo aéreo** alcance la pared epitelial del alveolo (por ejemplo, un tapón de moco), tampoco se hará efectivo el intercambio de gases.

La ventilación consta de dos fases:

- La **inspiración**, o entrada de aire, es un proceso **activo**, que requiere la participación de la musculatura intercostal y el diafragma. En este movimiento, las costillas se horizontalizan y el diafragma desciende, con lo que se amplía la capacidad pulmonar.
- La **espiración**, o salida de aire, que es un proceso **pasivo** en el que los músculos intercostales y el diafragma se relajan, la parrilla costal pasa a su posición inicial y el aire rico en dióxido de carbono es expulsado.

En el aparato respiratorio, existe toda una zona del árbol bronquial en la que el intercambio gaseoso no es posible, siendo sólo factible a nivel alveolar. Es lo que conocemos como “espacio muerto”, que en el ser humano es de aproximadamente 150 ml.

- **DIFUSIÓN**: de los gases en los alveolos. La palabra se refiere al paso de moléculas de oxígeno y de dióxido de carbono en los dos sentidos a través de la doble capa celular que han de atravesar (la del alvéolo y la del capilar). Este proceso se produce gracias al gradiente de concentración de los gases a uno y otro lado de la zona de intercambio.

En condiciones de **reposo**, realizamos entre 12 y 20 respiraciones en cada minuto, movilizandocantidades de aire muy variables. Por cada respiración se movilizan aproximadamente 500 ml de aire (**volumen corriente**).

Por lo tanto, el volumen respiratorio por minuto será de unos 6 litros.

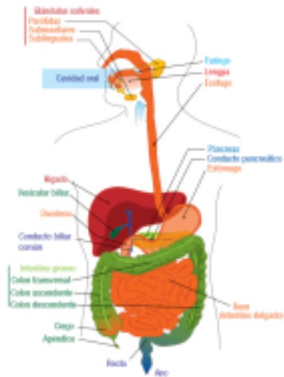
Estos valores se incrementan de forma importante si se fuerzan la inspiración o la espiración. La **capacidad vital** será la máxima cantidad de aire que cabe en nuestros pulmones desde una situación de espiración máxima a una de inspiración máxima.

Cuando ya se ha realizado el intercambio gaseoso, el sistema cardiocirculatorio será el encargado de llevar el oxígeno a todas y cada una de las células de nuestro organismo.

Recuerda

El tabaquismo es un hábito tóxico que condiciona de forma muy significativa la funcionalidad pulmonar. No sólo es el agente principal de aparición de cáncer pulmonar por efecto irritativo y mutagénico del alquitrán, sino que provoca alteraciones

ventilatorias, dado que induce una hipersecreción mucosa bronquial, y también de perfusión, ya que favorece la aparición de alteraciones circulatorias en el interior de los capilares.



- **Intestino grueso:** En el colon se produce la absorción del agua, así como la degradación de los residuos por parte de las bacterias [saprófitas](#) que se encuentran en su interior, con la consecuente formación de la materia fecal. El sigma y el recto serán los encargados de almacenar esta última hasta el momento de la defecación a través del [esfínter](#) anal.

GLÁNDULAS ANEXAS:

Cuando aprendiste las características de los tejidos epiteliales, destacábamos un tipo especial de estos que era el tejido glandular, especializado en la secreción de sustancias. Las glándulas que intervienen en los procesos digestivos son:

- **Las glándulas salivares:** Las **parótidas**, junto con las **sublinguales**, las **submaxilares** y otras repartidas por la mucosa bucal, son las encargadas de segregar más de un litro de **saliva** al día que, gracias a su contenido en **ptialina**, degrada de forma inicial las cadenas de glúcidos de los alimentos, al mismo tiempo que protege las piezas dentarias de las infecciones.
- **Las glándulas intestinales:** En las [criptas de Lieberkuhn](#) y las [glándulas de Brunner](#) se secreta moco, enzimas de digestión de los nutrientes, etc.
- **El hígado:** Es uno de los mayores órganos del cuerpo humano, que además posee función glandular, al secretar bilis, que almacenará en la vesícula biliar, para ser expulsada después a través del [colédoco](#) hacia la luz del duodeno. La bilis funciona como un auténtico [emulgente](#) de las grasas, preparándolas para la acción de digestión por los enzimas lipolíticos. Tiene otras funciones como son el almacén de las sustancias nutritivas como el glicógeno, el hierro o las vitaminas, la fabricación de proteínas (como la albúmina o la transferrina, por ejemplo) o la detoxificación de sustancias nocivas o fármacos provenientes del sistema digestivo.
- **El páncreas:** Esta glándula **mixta**, **exocrina** y **endocrina** (como veremos un poco más adelante), fabrica el jugo pancreático, que contiene especialmente amilasas (para digerir los glúcidos) y lipasas (para digerir los lípidos). Esta producción pancreática se secreta a través del conducto de Wirsung hacia la luz del duodeno, compartiendo el punto de entrada al mismo con el colédoco que proviene del hígado.

"Para saber más"

Puedes completar lo que has estudiado consultando el Atlas de Histología animal y vegetal de la Universidad de Vigo. Verás imágenes y dibujos muy ilustrativos.

[Acceso al atlas de histología](#)

Autoevaluación

La ptialina es un enzima que degrada las proteínas.

- ☐ Verdadero.
- ☐ Falso.

Creo que te falta poner más atención. La ptialina es una amilasa que degrada los glúcidos...

Muy bien respondido. La ptialina no actúa sobre las proteínas, sino sobre los glúcidos.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

1.3.6.- Sistema excretor.

¿Recuerdas la diferencia que establecíamos en un capítulo anterior entre los procesos de excreción y los de secreción?

Llamábamos excreción al proceso de **eliminación de las sustancias de desecho** o no aprovechables, producidas por el metabolismo celular.

Estos residuos han de ser eliminados al exterior del organismo, ya que su acumulación provocaría problemas severos.

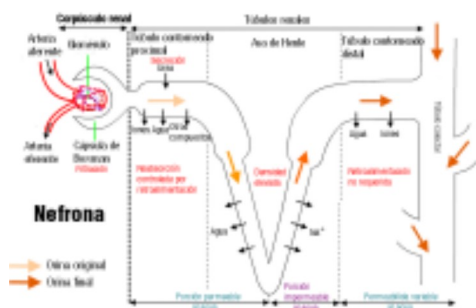
Te presento ahora cuáles son las principales **estructuras excretoras del cuerpo**:

- **La piel**: Mediante la sudoración, excreta agua (fundamental para el control de la [homeotermia](#) interna), iones, urea, e incluso fármacos y tóxicos.
- **El aparato respiratorio** excreta dióxido de carbono, y, como el anterior, también puede eliminar fármacos y tóxicos.
- **El aparato digestivo** excreta, mediante las heces, los residuos obtenidos del proceso de digestión.
- **El aparato urinario** es el más propiamente excretor de todos ellos. A través de la orina, elimina agua, iones, urea y, claro, fármacos y tóxicos también.

Por lo tanto, por su importancia como sistema excretor, vamos a estudiarlo con un poco más de detalle.

Los **riñones** son los órganos encargados de la producción de orina. A menudo, cuando preguntas dónde se encuentran en el cuerpo humano, la gente se lleva la mano a la región lumbosacra. Pero no es correcto: los riñones están bastante más altos, y se sitúan, de forma retroperitoneal, entre la última vértebra dorsal y la tercera lumbar (de D12 a L3). En su estructura, si los miramos con el microscopio, veremos millones de lo que se considera la unidad básica de función renal: la **nefrona**.

Vamos a estudiar su estructura mediante un diagrama:



El **glomérulo** recoge la sangre que ha de ser filtrada, que llega por las ramificaciones de las arteriolas renales aferentes. Dado que esta estructura y la de la **cápsula de Bowman** que la sigue tienen una pared epitelial simple, las sustancias como el agua, los iones, la urea y otros compuestos (por ejemplo, la glucosa si se encuentra en exceso en la sangre) las atraviesan y pasan al túbulo contorneado proximal, donde se inicia la reabsorción de las sustancias de forma regulada por retroalimentación, según los niveles de estas en la sangre.

En el **Asa de Henle** se produce la concentración de la orina por reabsorción de agua y sodio. La composición definitiva de la orina se establecerá en el túbulo contorneado distal. El producto obtenido se verterá al túbulo colector para ser eliminado.

La orina pasará entonces a los **uréteres**, que la conducirán a la **vejiga urinaria**, donde permanecerá hasta el momento de la micción. El conducto que conecta el aparato urinario con el exterior se denomina **uretra** y, lógicamente, tiene distinta longitud dependiendo del sexo del individuo.

Los riñones filtran diariamente más de 200 litros de sangre, y eliminan aproximadamente 2 litros de orina.

Tarea

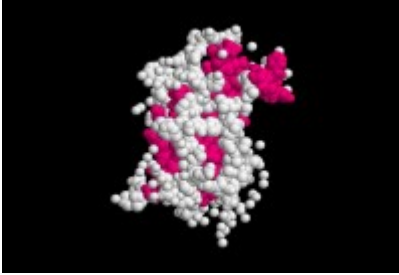
Busca la respuesta en tu navegador:

¿Qué es la hemodiálisis ?

¿Cuándo se realiza?

¿Qué debe comer una persona con diálisis renal ?

1.3.7.- Sistema endocrino.



El sistema endocrino forma parte de la función de relación pero se encarga de la coordinación y el control de los procesos internos.

La respuesta del sistema endocrino a los estímulos es más generalizada que la del sistema nervioso (afecta a más órganos y sistemas), y a menudo más lenta y prolongada (el crecimiento, los ciclos sexuales, la gestación, etc., no son respuestas inmediatas).

Sus efectores principales son las hormonas, productos secretados por las **glándulas endocrinas**, muy variables en cuanto a su composición química.

Estas hormonas son vertidas a la sangre, por donde llegan a células, tejidos y órganos, a los que llamaremos "**diana**", donde van a realizar sus funciones específicas. Allí se unen a un receptor de membrana celular que induce la entrada de la sustancia al interior de las células o la respuesta fisiológica de las mismas.

Puede resultar de entrada un poco complejo, pero debes conocer las glándulas endocrinas, así como las principales hormonas que secretan.

Te ayudaré a resumirlo con la siguiente tabla:

Glándulas endocrinas y hormonas.

GLÁNDULA ENDOCRINA	HORMONAS PRINCIPALES QUE SECRETA
Hipotálamo	Factores liberadores de las hormonas hipofisarias
Hipófisis anterior	TSH (hormona estimuladora de la tiroides)
	GH (hormona del crecimiento)
	ACTH (hormona adrenocorticotropa)

GLÁNDULA ENDOCRINA	HORMONAS PRINCIPALES QUE SECRETA
	Prolactina
	FSH (hormona estimuladora de los folículos ováricos)
	LH (hormona luteinizante)
Hipófisis posterior	Oxitocina
	ADH (hormona antidiurética)
Glándula tiroides	Tiroxina y calcitonina
Glándulas paratiroides	PTH (parathormona)
Ovarios	Estrógenos (estradiol) y progesterona
Testículos	Testosterona
Glándulas suprarrenales (córTEX)	Cortisol, aldosterona y andrógenos
Glándulas suprarrenales (médula)	Adrenalina y noradrenalina
Glándulas suprarrenales (córTEX)	Cortisol, aldosterona y andrógenos
Páncreas	Insulina y glucagón
Sistema APUD	Aminas y péptidos neurotransmisores

Para saber más

Para conocer de forma completa el sistema endocrino, sería útil que te familiarizaras con las funciones que realizan las hormonas y los órganos diana sobre los que intervienen. Es necesario para entender los procesos patológicos complejos que producen su disfunción, tanto por defecto como por exceso. En este enlace encontrarás más información sobre las glándulas endocrinas.

Esta página de Medline Plus muestra las diferentes glándulas endocrinas. Con el cursor encima de ellas se abren desplegables con enlaces a más información referente a procesos patológicos, hormonas que segregan, etc. de cada una de ellas.

[Sistema endocrino.](#)

La secreción o la presencia de un determinado nivel de una sustancia u hormona concreta en

sangre, provoca que la glándula productora o la que estimula su secreción quede frenada de forma específica, hasta que los niveles de esa sustancia disminuyan. Este es el sistema más frecuente de regulación hormonal, y se conoce como feed-back o **retroalimentación**.

1.3.8.- Sistema reproductor.

Debes conocer

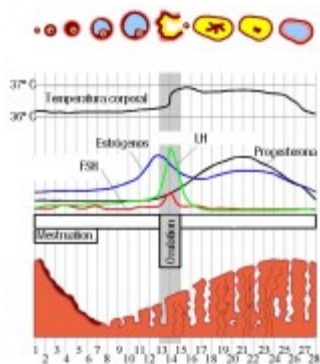
Para empezar este capítulo, es imprescindible que recuerdes y saques del desván tus conocimientos sobre la anatomía de los sistemas reproductores femenino y masculino. Para ayudarte, te añado un enlace a una página web.

[Aparato reproductor.](#)

En el aparato reproductor es donde se manifiestan de forma más clara las diferencias entre el sexo masculino y el femenino desde el punto de vista anatomofisiológico. Cuando hablamos de anatomía, el sexo femenino resulta relativamente sencillo, como has visto antes, pero el sexo masculino tiene una buena dosis de complejidad cuando se trata de descifrar el camino que sigue el semen desde que es formado en los testículos hasta que sale al exterior... Pero cuando hablamos de la fisiología, las cosas cambian de forma ostensible, ya que hay pocas cosas tan complejas como el ciclo menstrual.

Reflexiona

En el funcionamiento del aparato reproductor, tanto masculino como femenino, parece que la naturaleza haya olvidado su principio general de economía de medios. La mujer tiene aproximadamente 500 ciclos menstruales a lo largo de su vida, y el hombre emite unos 50 millones de espermatozoides por ml de semen en cada eyaculación. Y todo eso, para tener un número inferior a 2 hijos por pareja, que es lo que nos dicen los datos demográficos.



El ciclo menstrual sirve para favorecer la fecundación y preparar el cuerpo para una posible gestación. La duración media es de 28 días (con una variabilidad considerable). Decimos que es cíclico porque, si no se ha producido la fecundación, vuelve a reiniciarse el proceso.

A partir de la pubertad, se activa el **eje hipotálamo-hipofisario** del que hemos hablado en el capítulo dedicado al sistema endocrino, y se inicia la producción de las **gonadotropinas** (LH y FSH). Estas hormonas se van a encargar de estimular a las gónadas para comenzar a madurar las células germinales: óvulos y espermatozoides.

Al inicio de cada ciclo menstrual, en el ovario, empiezan a madurar simultáneamente 10 o 12 folículos por estímulo de la FSH hipofisaria, pero, finalmente, sólo uno va a ser el destinado a completar esta maduración (folículo de Graaf). Esta maduración folicular induce la fabricación de **estrógenos**, que van a estimular una primera proliferación del endometrio. Hacia el día 14 del ciclo, y coincidiendo con una secreción marcada de LH por parte de la hipófisis, el folículo se rompe y el óvulo es lanzado hacia las trompas. En el ovario, la herida producida se transformará en el cuerpo lúteo o **cuerpo amarillo**, muy importante para la gestación, dado que será el encargado de producir **progestágenos** (hormonas que provocarán que el endometrio pase de una fase simplemente proliferativa a una fase marcadamente secretora, con aumento de su grosor y su vascularización). El cuerpo lúteo persiste durante unos pocos meses si se ha producido la fecundación, pero si no ha sido así, acaba transformándose en el cuerpo albicans o **cuerpo blanco**, que detiene la fabricación de progestágenos. El endometrio, entonces, al quedar privado de esta hormona, degenera y es expulsado al exterior, en el proceso que conocemos como menstruación.

Mientras tanto, el óvulo que se encuentra viajando por las trompas de Falopio, puede ser fecundado por uno de los millones de espermatozoides que se han expulsado en la eyaculación masculina. El cigoto (óvulo ya fecundado), prosigue su camino iniciando una serie de divisiones mitóticas sucesivas que irán conformando el nuevo ser, que anidará en el

grueso endometrio para su posterior desarrollo.

Autoevaluación

Indica si es verdadero o falso: la fecundación del óvulo por el espermatozoide tiene lugar en el útero.

- ☐ Verdadero.
- ☐ Falso.

Pues no... En el útero se produce la nidación, pero la fecundación acontece en la trompa de Falopio.

¡Acertaste!

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

2.- Topografía humana.

Caso práctico



-Pero ¿Qué haces? ¿No has visto que esa puerta es la del servicio de lavandería?

Claudia se ha vuelto hacia la voz que la increpa, que pertenece a un trabajador que la observa con mirada socarrona...

-Soy nueva, y estoy buscando la Sala de descanso, pero llevo más de media hora yendo de aquí para allá, y estoy completamente perdida.

Hace ya un buen rato que Claudia ha quedado con Elena para conocer al resto del equipo en su momento de descanso, pero todos los pasillos del centro de salud le parecen iguales.

-Yo soy Tomás, y me encargo de los archivos. Imagino que estás buscando el "tubo", ¿no?

-¿El "tubo"?

-Así es como llamamos en este centro a la sala donde se relaja el personal... ¡Todo el mundo la conoce! Está al lado de "rayos".

-¿"Rayos"?

-El servicio de Radiología -contesta pacientemente Tomás, sin dejar de sonreír.

-Mmmm... Imagino que me queda mucho por aprender -dice Claudia sonriendo- quizás voy a tener que conseguir un mapa, ¡pero que indique los lugares en el lenguaje especial del centro!

-Bueno, por hoy, pase... Te acompaño al "tubo". Pero no te acostumbres, ¿eh?

Y Claudia y Tomás siguieron caminando juntos por el pasillo riendo a carcajadas.

Para no perderte en un lugar, necesitas un **mapa**, especialmente si necesitas precisión para llegar a algún sitio. Lo mismo sucede con el cuerpo humano.

Desde siempre, hemos necesitado referirnos de forma precisa y exacta a zonas, relaciones o movimientos en el cuerpo humano. La exactitud de descripción es imprescindible para evitar errores que podrían ocasionar consecuencias desafortunadas.

La **topografía** es la ciencia que expresa gráficamente las superficies (planos, mapas) y, por supuesto, también se puede aplicar al organismo humano.

Y, al igual que en la topografía terrestre, que coloca una escala y un símbolo orientando dónde se sitúan de forma relativa los puntos cardinales, necesitamos también unos puntos de orientación que sirvan para establecer relaciones espaciales en las situaciones y los movimientos.

Este breve capítulo te va a dar las claves iniciales para conocer el "mapa" del cuerpo humano, los **puntos de referencia**, los **ejes** y los **planos** de orientación y las posiciones más utilizadas en lenguaje médico. Con todo ello, dispondrás de elementos para referirte a las zonas anatómicas de forma precisa.

[Aquí encontrarás más información](#)

2.1.- Planos y ejes. Posiciones relativas.

Para la descripción de la topografía humana, hemos de partir de una posición inicial estándar, desde la que definir todos los puntos de referencia. Cuando se describe en anatomía una posición, una ubicación de una parte del cuerpo, o un movimiento, siempre debe de hacerse a partir de esta situación inicial, esté como esté colocado el individuo.

Esta posición inicial de referencia se denomina [posición anatómica](#).

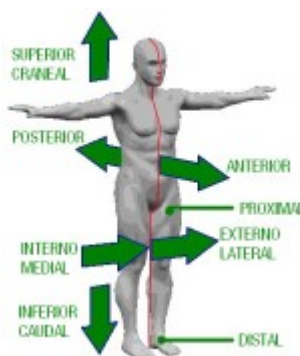
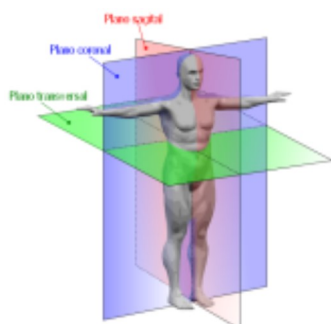
En la posición anatómica, el individuo se encuentra de pie, erecto, con los ojos abiertos mirando al frente y al mismo nivel, con los pies paralelos hacia delante y las palmas de las manos abiertas mirando hacia delante también.

A partir de esta posición, podemos definir unos planos que permiten ubicar en el espacio las diferentes estructuras corporales anatómicas.

Los planos son:

- **Plano transversal:** Divide las zonas del cuerpo en superior e inferior.
- **Plano coronal:** Divide las zonas del cuerpo en anterior i posterior.
- **Plano sagital:** Divide el cuerpo en dos mitades: izquierda y derecha. Si este plano no se marca sobre la línea media corporal, y se desplaza a derecha o izquierda, podremos hablar de medial o lateral, según se halle más o menos próximo a la línea media.

Las ilustraciones lo muestran de una manera gráfica.



Recuerda que las posiciones relativas izquierda y derecha son siempre las del individuo, no las del observador. A menudo este punto se presta a confusión: el corazón siempre se encuentra orientado a la izquierda y el hígado en la derecha, esté como esté situado el individuo, sentado, haciendo la vertical o de espaldas...

A partir de estos planos, y siempre pasando por el centro anatómico del cuerpo, definiremos también unos ejes, sobre los que las estructuras corporales móviles realizarán sus movimientos.

Los ejes son:

- **Eje transversal:** Va de derecha a izquierda.
- **Eje vertical o longitudinal:** Va desde la cabeza a los pies.
- **Eje anteroposterior:** Va desde la zona anterior del abdomen a la zona posterior de la espalda.

De esta forma, puedes localizar prácticamente cualquier punto del cuerpo humano en el espacio y, lo que es más importante, saber que te refieres al mismo punto que está entendiendo tu interlocutor.

¿Te animas a hacer una prueba? Comprueba si eres capaz de señalar sobre tu cuerpo y sobre el cuerpo de un amigo los siguientes puntos o zonas:

- a. Mitad anterior del antebrazo izquierdo.
- b. Cara medial del segundo dedo de la mano derecha.
- c. Tercio superior de la mitad lateral del muslo derecho.

Fácil, ¿no?

2.2.- Topografía abdominal.

Dada su amplitud, la zona abdominal resulta un poco más compleja a la hora de definir los espacios y las localizaciones.

Cuando una persona acude a un servicio de urgencias refiriendo un dolor intenso ubicado en el abdomen, conocer cuál es la localización exacta del mismo puede orientar de gran manera el diagnóstico diferencial y de exclusión. Esto ayudará a tomar las decisiones adecuadas por parte del personal sanitario y los facultativos en vistas de los posibles tratamientos.

Para definir bien las **zonas abdominales**, partimos de unos puntos de referencia que nos ayudarán a trazar líneas imaginarias que definirán nueve zonas distintas.

- En primer lugar, debemos localizar los puntos de referencia anatómicos: apéndice xifoides del esternón, borde inferior de ambas parrillas costales, espinas ilíacas anterosuperiores y borde superior del pubis.
- Trazaremos una línea horizontal que pase por el apéndice xifoides esternal. La segunda línea horizontal pasará por las dos zonas inferiores de la parrilla costal derecha e izquierda. La tercera línea pasa por las dos espinas ilíacas anterosuperiores.
- Posteriormente, trazamos dos perpendiculares al suelo, que pasen por la zona media de las dos clavículas.

Quedan así definidas las nueve zonas:



- **Epigastrio:** Contiene el estómago, la cabeza del páncreas, una porción hepática, el colon transverso y el arco duodenal. También pasan por él la arteria aorta, la vena cava y el conducto torácico.

- **Mesogastrio:** En esta zona periumbilical se ubica la mayor parte de las asas del intestino delgado. También está atravesado por los grandes vasos de los que hablábamos en el epigastrio.
- **Hipogastrio:** De delante hacia atrás encontramos por orden la vejiga urinaria, el útero en las mujeres y el recto.
- **Hipocondrio derecho:** Ocupado casi totalmente por el hígado y por el ángulo hepático del colon.
- **Hipocondrio izquierdo:** Aquí encontramos el bazo y parte de la cola del páncreas, así como el ángulo [esplénico](#) del colon.
- **Vacío derecho:** Ocupado por el colon ascendente.
- **Vacío izquierdo:** Tampoco está vacío, sino ocupado por el colon descendente.
- **Fosa ilíaca derecha:** Está ocupada por el ovario derecho en las mujeres, el extremo inferior del uréter derecho y por el apéndice vermiforme.
- **Fosa ilíaca izquierda:** Encontraremos en la mujer el ovario izquierdo, y también el extremo inferior del uréter izquierdo. El sigma está entre esta fosa y el hipogastrio.

Autoevaluación

Un hombre acude al servicio de urgencias de un hospital por un dolor intenso en la fosa ilíaca derecha. ¿Cuál de los siguientes NO formaría parte del diagnóstico diferencial?

- ☐ Cólico nefrítico derecho.
- ☐ Ovulación dolorosa.
- ☐ Apendicitis aguda.
- ☐ Hernia inguinal derecha.

Te has equivocado. El dolor podría corresponder a un cólico renal, ya que el uréter derecho se encuentra en esta zona.

Acertaste. Aunque el ovario derecho esté en la fosa ilíaca derecha, ¿desde cuándo

un hombre tiene ovarios?

La has marcado mal. El apéndice vermiforme se encuentra en la fosa ilíaca derecha y, posiblemente, sería lo primero que intentaría descartar el médico.

No has acertado la correcta. Una hernia es la protrusión de asas intestinales por los planos musculares de la pared del abdomen y puede causar dolor intenso en la región ilíaca.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

Con esto has terminado de estudiar esta Unidad de Trabajo. ¿Preparado para la siguiente?

Anexo.- Licencia de recursos.

Licencias de recursos utilizados en la Unidad de Trabajo.

Recurso
(1)

Datos del recurso (1)



Autoría:Rafael Peñaloza

Licencia: CC by-nc-sa

Procedencia:<http://www.flickr.com/photos/rpenalozan/15049216/>

Recurso
(2)

Datos del recurso (2)



Autoría:Davichi

Licencia: CC by

Procedencia:<http://www.flickr.cc/249160641/>



Autoría:scarletgreen

Licencia:CC by

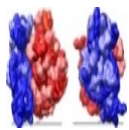
Procedencia:<http://www.flickr.com/photos/9160678@N06/1553322755/>



Autoría:Mariana Ruiz Villarreal

Licencia: Dominio público

Procedencia:http://commons.wiki/wiki/File:Diagram_human_cell_



Autoría:Vossman

Licencia:CC by-sa

Procedencia:http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ribosome_shape.png



Autoría: loudista

Licencia: CC by-nc-sa

Procedencia:<http://www.flickr.cc/59263275@N08/5509546573>



Autoría: Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública

Licencia: Yotube CC

Procedencia:<https://youtu.be/1nXUrhG6EjY>

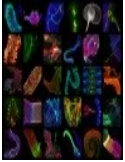


Autoría:loudista

Licencia: CC by-nc-sa

Procedencia:Montaje sobre <http://photos/59263275@N08/551140>

Autoría:dullhunk



Licencia:CC by

Procedencia:<http://www.flickr.com/photos/dullhunk/5334845603/>

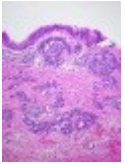
Autoría:TheJCB



Licencia:CC by-nc-sa

Procedencia:<http://www.flickr.cc/4117622551/>

Autoría:Pulmonary Pathology



Licencia:CC by-sa

Procedencia:http://www.flickr.com/photos/pulmonary_pathology/3929294935/



Autoría:Ortisa

Licencia:Dominio público

Procedencia:http://commons.wiki/wiki/File:Illu_epithelium.es.png

Autoría:Akay



Licencia:CC by-nc-nd

Procedencia:<http://www.flickr.com/photos/akay/244964368>

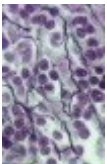
Autoría:Akay



Licencia: CC by-nc-nd

Procedencia: <http://www.flickr.c/akay/244976758/>

Autoría:Akay



Licencia: CC by-nc-nd

Procedencia:<http://www.flickr.com/photos/akay/244973937>

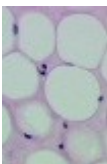
Autoría:Akay



Licencia: CC by-nc-nd

Procedencia:<http://www.flickr.cc/akay/244961976>

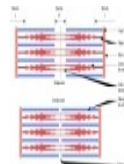
Autoría:Akay



Licencia:CC by-nc-nd

Procedencia: <http://www.flickr.com/photos/akay/244975067>

Autoría:David Richfield



Licencia:CC by-sa

Procedencia:Montaje sobre http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sarcomere_es.svg

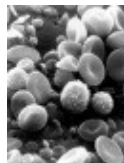
Autoría:Christina R



Licencia:CC by-nc

Procedencia:<http://www.flickr.com/photos/croush/4640932020/>

Autoría:Bruce Wetzel y Harry Sc



Licencia:Dominio público

Procedencia:http://commons.wiki/File:SEM_blood_cells.jpg

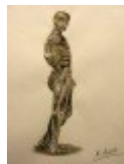
Autoría: juantiagues



Licencia:CC by-sa

Procedencia:<http://www.flickr.com/photos/juantiagues/5161616520>

Autoría:Eduardo Murrieta



Licencia:CC by-nc-sa

Procedencia:<http://www.artelist/obra/6603563182459327-anato>

Autoría:killermonkeys



Licencia:CC by-nc

Procedencia:<http://www.flickr.com/photos/killermonkeys/304439098/>

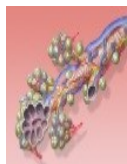
Autoría:The Intrepid Traveler



Licencia:CC by

Procedencia:<http://www.flickr.cc/4287133830/>

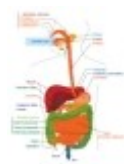
Autoría:Patrick J. Lynch



Licencia:CC by

Procedencia:http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bronchial_anatomy.jpg

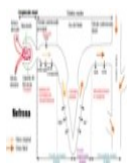
Autoría:Bibi Saint-Pol



Licencia:Dominio público.

Procedencia:Montaje sobre
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Digestive_system_dia

Autoría:Mario modesto



Licencia:CC by-sa

Procedencia:Montaje sobre
<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Nefron-ES.png>

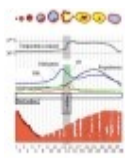
Autoría:Protein Data Bank



Licencia:Dominio público

Procedencia:<http://commons.wiki/File:Somatotropine.GIF>

Autoría: loudista



Licencia:CC by-sa

Procedencia:Montaje sobre
<http://www.flickr.com/photos/59263275@N08/5584767402/>

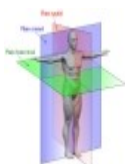
Autoría:Latinstock



Licencia:Uso educativo para plat
 FP

Procedencia:Latinstock

Autoría:YassineMrabet



Licencia:CC by-sa

Procedencia:Montaje sobre
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human_anatomy_planes-ES.png

Autoría:loudista



Licencia:CC by-sa

Procedencia:Montaje sobre [http /photos/59263275@N08/557706](http://photos/59263275@N08/557706)



Autoría: Ministerio de Educación

Licencia:Uso educativo no comercial

Procedencia:Elaboración propia

Autoría: Fisicayquímicavideos



Licencia:Youtube Creative Comr

Procedencia:<https://youtu.be/w4>

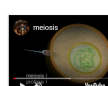
Autoría: Sílvia Portero Cano



Licencia: Uso Educativo no comercial para
 plataformas de FPaD

Procedencia:Elaboración propia

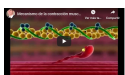
Autoría: Fisicayquímicavideos



Licencia:Youtube Creative Comr

Procedencia: <https://youtu.be/Es>

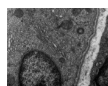
Autoría: Dr. Luca Merlini



Licencia: Youtube Creative Commons

Procedencia: <https://youtu.be/C4fmTtO1bbo>

Autoría: Louisa Howard



Licencia: Dominio público

Procedencia: http://commons.wi/wiki/File:Pancreatic_cells_-_TEI