

NEUROLOGÍA

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO



El sistema nervioso (SN) constituye el sistema de control más importante del organismo y, junto con el sistema endocrino, desempeña la mayoría de las funciones de regulación. En general, el SN controla las actividades rápidas del cuerpo, como las contracciones musculares, los fenómenos viscerales que evolucionan rápidamente, e incluso las secreciones de algunas glándulas endocrinas. En cambio, el sistema endocrino, regula principalmente las funciones metabólicas del organismo.

Anatomía del sistema nervioso

El sistema nervioso central está formado por el cerebro y la médula espinal. En él residen todas las funciones superiores del ser humano, tanto las cognitivas como las emocionales. Sus partes más importantes son:

- [Anatomía del encéfalo](#)
 - [Cerebro](#)
 - [Cerebelo](#)
 - [Tronco del encéfalo](#)
- [Médula espinal](#)

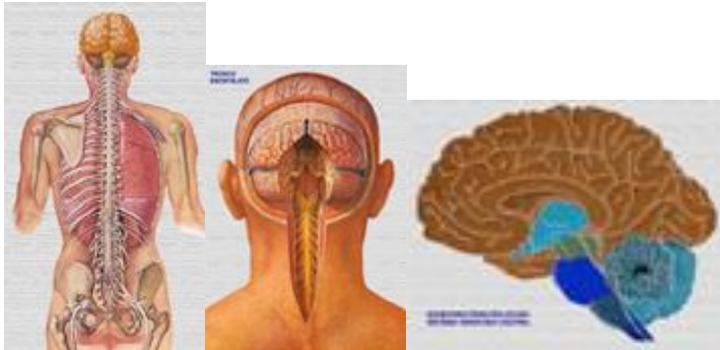
Sistema nervioso periférico

Constituye el tejido nervioso que se encuentra fuera del sistema nervioso central, representado fundamentalmente por los nervios periféricos que inervan los músculos y los órganos

Sistema nervioso autónomo o vegetativo

El sistema nervioso autónomo regula las funciones internas del organismo con objeto de mantener el equilibrio fisiológico. Controla la mayor parte de la actividad involuntaria de los órganos y glándulas, tales como el ritmo cardíaco, la digestión o la secreción de hormonas. Se clasifica en:

- [Sistema nervioso simpático](#)
- [Sistema nervioso parasimpático](#)



SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)

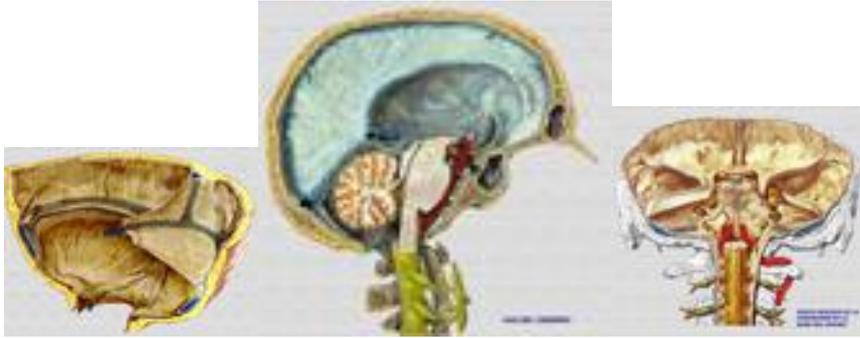
El sistema nervioso central (*) es una estructura extraordinariamente compleja que recoge millones de estímulos por segundo que procesa y memoriza continuamente, adaptando las respuestas del cuerpo a las condiciones internas o externas. Está constituido por siete partes principales (*)

- Encéfalo anterior que se subdivide en dos partes:
 - **Hemisferios cerebrales**
 - **Diencefalo** (tálamo e hipotálamo)
- Tronco encefálico
 - **Mesencéfalo**
 - **Protuberancia**
 - **Bulbo raquídeo**
- **Cerebelo**
- **Médula espinal**

A menudo, el encéfalo se divide en tres grandes regiones: el prosencéfalo (diencefalo y hemisferios cerebrales), el mesencéfalo y el rombencéfalo (bulbo raquídeo, protuberancia y cerebelo).

Todo el neuroeje está protegido por estructuras óseas (cráneo y columna vertebral) y por tres membranas denominadas **meninges** (*). Las meninges envuelven por completo el neuroeje, interponiéndose entre este y las paredes óseas y se dividen en encefálicas y espinales. De afuera hacia adentro, las meninges se denominan duramadre, aracnoides y piamadre.





Duramadre

La más externa, la duramadre, es dura, fibrosa y brillante. Envuelve completamente el neuroeje desde la bóveda del cráneo hasta el conducto sacro. Se distinguen dos partes:

Duramadre craneal: está adherida a los huesos del cráneo emitiendo prolongaciones que mantienen en su lugar a las distintas partes del encéfalo y contiene los senos venosos, donde se recoge la sangre venosa del cerebro. Los tabiques que envía hacia la cavidad craneana dividen esta en diferentes celdas:

Tentorio o tienda del cerebelo: un tabique transversal tendido en la parte posterior de la cavidad craneal que separa la fosa cerebral de la fosa cerebelosa. En el centro y por delante delimita el foramen oval de Pacchioni, una amplia abertura a través de la cual pasa el mesencéfalo (*). Por detrás, a lo largo de su inserción craneal corren las porciones horizontales de los senos laterales (*).

La hoz del cerebro, un tabique vertical y medio que divide la fosa cerebral en dos mitades (*). Presenta una curvatura mayor en cuyo espesor corre el seno sagital superior y una porción rectilínea que se une a la tienda del cerebelo a lo largo de su línea media por la que corre el seno recto.

Tienda de la hipófisis que separa la celda hipofisiaria (un estrecho espacio situado sobre la silla turca del esfenoides y ocupada por la hipófisis) de la celda cerebral

La hoz del cerebelo, que separa los dos hemisferios cerebelosos.

Duramadre espinal: encierra por completo la médula espinal. Por arriba, se adhiere al agujero occipital y por abajo termina a nivel de las vértebras sacras formando un embudo, el cono dural. Está separada de las paredes del conducto vertebral por el espacio epidural, que está lleno de grasa y recorrido por arteriolas y plexos venosos

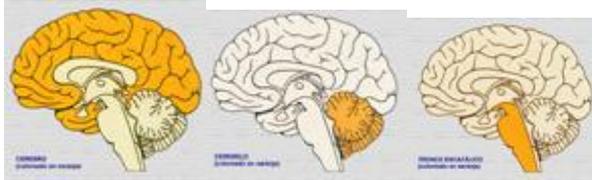
Aracnoides

La intermedia, la aracnoides, es una membrana transparente que cubre el encéfalo laxamente y no se introduce en las circunvoluciones cerebrales. Está separada de la duramadre por un espacio virtual (o sea inexistente) llamado espacio subdural.

Piamadre

Membrana delgada, adherida al neuroeje, que contiene gran cantidad de pequeños vasos sanguíneos y linfáticos y está unida íntimamente a la superficie cerebral.

En su porción espinal forma tabiques dentados dispuestos en festón, llamados ligamentos dentados (*). Entre la aracnoides y la piamadre se encuentra el espacio subaracnoideo que contiene el líquido cefalorraquídeo y que aparece atravesado por un gran número de finas trabéculas.



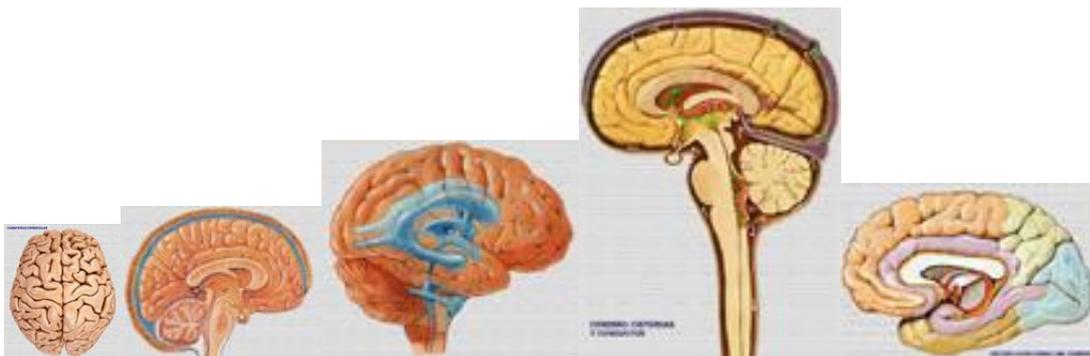
Anatomía del encéfalo

Desde el exterior, el encéfalo aparece dividido en tres partes distintas pero conectadas:

- Cerebro: la mayor parte del encéfalo (*)
- Cerebelo (*)
- Tronco del encéfalo (*)

El término tronco, o tallo del encéfalo, se refiere a todas las estructuras que hay entre el cerebro y la médula espinal, esto es, el mesencéfalo o cerebro medio, el puente o protuberancia y el bulbo raquídeo o médula oblongada

El encéfalo está protegido por el [cráneo](#) y, además, cubierto por las meninges.



Cerebro

Constituye la masa principal del encéfalo y es lugar donde llegan las señales procedentes de los órganos de los sentidos, de las terminaciones nerviosas nociceptivas y propioceptivas. Se desarrolla a partir del telencéfalo. El cerebro procesa toda la información procedente del exterior y del interior del cuerpo y las almacena como recuerdos. Aunque el cerebro sólo supone un 2% del peso del cuerpo, su actividad metabólica es tan elevada que consume el 20% del oxígeno. Se divide en dos hemisferios (*) cerebrales, separados por una profunda fisura, pero

unidos por su parte inferior por un haz de fibras nerviosas de unos 10 cm llamado **cuerpo calloso** (*), que permite la comunicación entre ambos. Los hemisferios suponen cerca del 85% del peso cerebral y su gran superficie y su complejo desarrollo justifican el nivel superior de inteligencia del hombre si se compara con el de otros animales.

Los **ventrículos** son dos espacios bien definidos y llenos de líquido que se encuentran en cada uno de los dos hemisferios (*). Los ventrículos laterales se conectan con un tercer ventrículo localizado entre ambos hemisferios, a través de pequeños orificios que constituyen los **agujeros de Monro** o forámenes interventriculares. El tercer ventrículo desemboca en el cuarto ventrículo, a través de un canal fino llamado **acueducto de Silvio**. El líquido cefalorraquídeo que circula en el interior de estos ventrículos y además rodea al sistema nervioso central sirve para proteger la parte interna del cerebro de cambios bruscos de presión y para transportar sustancias químicas.

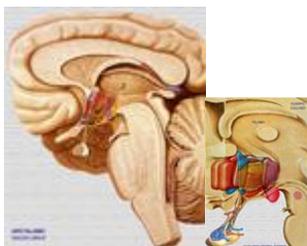
Este líquido cefalorraquídeo se forma en los ventrículos laterales, en unos entramados vasculares que constituyen los plexos coroideos (*).

En cada hemisferio se distinguen:

La corteza cerebral o sustancia gris, de unos 2 ó 3 mm de espesor, formada por capas de células amielínicas (sin vaina de mielina que las recubre). Debido a los numerosos pliegues que presenta, la superficie cerebral es unas 30 veces mayor que la superficie del cráneo. Estos pliegues forman las circunvoluciones cerebrales, surcos y fisuras y delimitan áreas con funciones determinadas, divididas en cinco lóbulos (*). Cuatro de los lóbulos se denominan frontal, parietal, temporal y occipital. El quinto lóbulo, la ínsula, no es visible desde fuera del cerebro y está localizado en el fondo de la cisura de Silvio. Los lóbulos frontal y parietal están situados delante y detrás, respectivamente, de la cisura de Rolando. La cisura parieto-occipital separa el lóbulo parietal del occipital y el lóbulo temporal se encuentra por debajo de la cisura de Silvio.

La sustancia blanca, más interna constituída sobre todo por fibras nerviosas amielínicas que llegan a la corteza

Desde **del cuerpo calloso**, miles de fibras se ramifican por dentro de la sustancia blanca. Si se interrumpen los hemisferios se vuelven funcionalmente independientes



El diencefalo origina el tálamo y el hipotálamo:

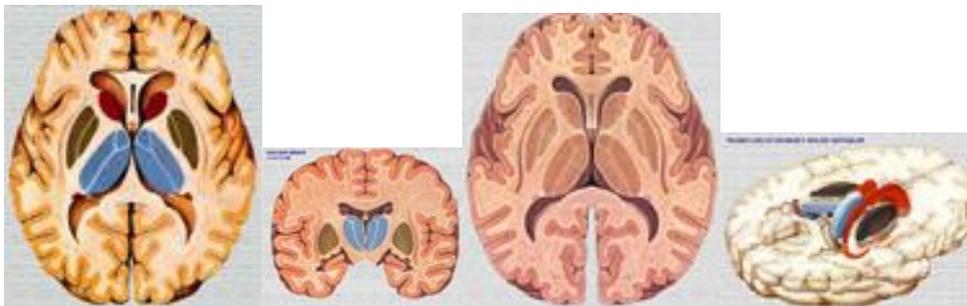
- **Tálamo:**

Esta parte del diencefalo consiste en dos masas esféricas de tejido gris, situadas dentro de la zona media del cerebro, entre los dos hemisferios cerebrales. Es un centro de integración de gran importancia que recibe las señales sensoriales y donde las señales motoras de salida pasan hacia y desde la corteza cerebral. Todas las entradas sensoriales al cerebro, excepto las olfativas, se asocian con núcleos individuales (grupos de células nerviosas) del tálamo.

- **Hipotálamo:**

El hipotálamo está situado debajo del tálamo en la línea media en la base del cerebro (*). Está formado por distintas regiones y núcleos hipotalámicos encargados de la regulación de los impulsos fundamentales y de las condiciones del estado interno de organismo (homeostasis, nivel de nutrientes, temperatura) (*). El hipotálamo también está implicado en la elaboración de las emociones y en las sensaciones de dolor y placer. En la mujer, controla el ciclo menstrual.

El hipotálamo actúa también como enlace entre el sistema nervioso central y el sistema endocrino. En efecto, tanto el núcleo supraóptico como el núcleo paraventricular y la eminencia mediana están constituidas por células neurosecretoras que producen hormonas que son transportadas hasta la neurohipófisis a lo largo de los axones del tracto hipotálamo-hipofisiario. Allí se acumulan para ser excretadas en la sangre o para estimular células endocrinas de la hipófisis.



Arquitectura interna del cerebro

La parte interna del cerebro está formada por los núcleos grises centrales rodeados de sustancia blanca, las formaciones comisurales que conectan ambos hemisferios y las cavidades ventriculares.

Núcleos grises del cerebro

Los núcleos grises del cerebro son formaciones de sustancia gris situadas en la proximidad de la base del cerebro; representan relevos en el curso de las vías que van a la corteza cerebral y de las que, desde la corteza, descienden a otros segmentos del neuroeje (sobre todo, a los núcleos del mesencéfalo). Para cada

hemisferio, los núcleos se dividen en: tálamo óptico, núcleo caudado, putamen, pallidum (los dos últimos constituyen juntos el núcleo lenticular) y antemuro o claustrum. Entre estos núcleos se encuentran interpuestas dos láminas de sustancia blanca, llamadas cápsula interna y cápsula externa; una tercera lámina, la cápsula extrema, está interpuesta entre el antemuro y la corteza cerebral del lóbulo de la ínsula (*)

El tálamo óptico

Es un grueso núcleo de sustancia gris con forma ovoide, situado al lado del III ventrículo (*). Su polo anterior tiene, por encima, la cabeza del núcleo caudado, y está en relación con el pilar anterior del trígono; delimita, con este último, el agujero de Monro, que pone en comunicación el III ventrículo con el ventrículo lateral. El polo posterior, más voluminoso, corresponde a la encrucijada del ventrículo lateral. La cara interna constituye la parte lateral del III ventrículo. La cara externa está rodeada por la cápsula interna. La cara superior forma, por su mitad anterior, el suelo del ventrículo lateral, mientras que la mitad posterior está en relación con el trígono. La cara inferior descansa sobre el hipotálamo. En la zona en que la cara inferior se continúa con la posterior, existen dos salientes, llamados cuerpos geniculados, externo e interno. Estos salientes están unidos a los tubérculos cuadrigéminos del mismo lado mediante dos cordones, llamados brazos conjuntivales o cuadrigéminos.

El tálamo está formado por varios núcleos secundarios, que pueden dividirse en cuatro grupos : anterior, posterior, ventral y dorsal; además de los cuerpos geniculados. Estos núcleos, en relación con sus conexiones, pueden agruparse en tres sistemas fundamentales :

- el sistema de los núcleos de proyección específica, al que llegan los haces nerviosos que transportan la sensibilidad general (es decir, la sensibilidad táctil, térmica, dolorosa y profunda) y las sensibilidades específicas (o sea, la sensibilidad olfatoria, visual, etc.); de estos núcleos parten fibras que se irradian a las correspondientes zonas corticales, formando la radiación talamocortical;
- el sistema de los núcleos de proyección inespecífica, que no reciben fibras de la periferia, sino que las envían a las zonas asociativas de los lóbulos frontal y parietal;
- el sistema de los núcleos de asociación directa subcortical, que envían fibras a los núcleos hipotalámicos, pero no a la corteza.

El núcleo caudado

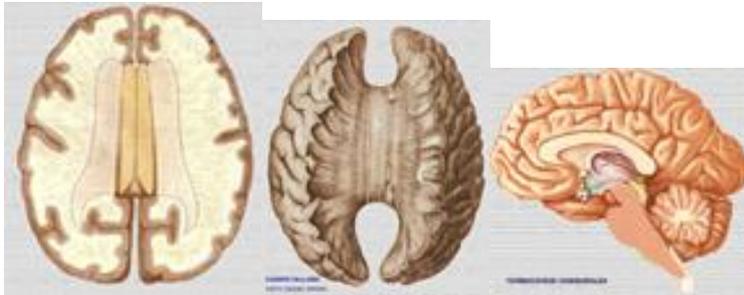
Tiene forma de una coma dirigida de delante a atrás (*). El extremo anterior o cabeza, se apoya en el polo anterior del tálamo óptico y sobresale en el asta frontal del ventrículo lateral; lateralmente está conectado con el putamen, por la presencia de un puente de sustancia gris. La parte media o cuerpo, se apoya en el tálamo, sobresaliendo por arriba en la cavidad del ventrículo lateral. La extremidad posterior, afilada, o cola, rodea al polo posterior del tálamo y termina desviándose hacia fuera y entrando en relación con el putamen.

El núcleo lenticular

El putamen y el pallidum constiuyen juntos, el núcleo lenticular. En las secciones frontales éste presenta la forma de una cuña, con el vértice dirigido hacia dentro y hacia abajo; la porción externa corresponde al putamen y la interna al pallidum. Por dentro y arriba, el núcleo lenticular está separado del tálamo y del núcleo caudado por la interposición de la cápsula interna; por fuera, está limitado por la cápsula externa; por abajo, se apoya en una capa de sustancia blanca (porción sublenticular de la cápsula interna), que lo separa del núcleo amigdalino, de la cola del núcleo caudado y de la sustancia innominada de Reichert. El núcleo lenticular está en conexión, principalmente, con el área motora y premotora de la corteza y con los núcleos talámicos, hipotalámicos y mesencefálicos.

El antemuro.

Es una delgada lámina gris, situada entre la cápsula externa y la cápsula extrema, conectada, principalmente, mediante fibras de paso, con la corteza de la ínsula.



LA SUSTANCIA BLANCA DE LOS HEMISFERIOS

La sustancia blanca está representada por sistemas de fibras que conectan entre sí diversos puntos de la corteza cerebral o la corteza con los distintos núcleos del neuroeje. Se espesa en determinadas zonas del cerebro: se extiende uniformemente bajo la corteza cerebral entre ésta y los núcleos centrales, formando el centro oval de Vieussens; además, se distribuye en láminas, aproximadamente verticales, que se interponen entre los núcleos centrales y entre éstos y la corteza, formando la cápsula interna, la cápsula externa y la cápsula extrema.

La cápsula interna es una espesa lámina de sustancia blanca, situada por fuera del tálamo óptico; está compuesta por fibras que se irradian desde el tálamo a la corteza cerebral y por otras que, desde la misma corteza, descienden a los núcleos grises del cerebro y de otras partes del neuroeje. Está formada de varios segmentos: el brazo anterior, la rodilla, el brazo posterior y la porción retrolenticular,

La cápsula externa es una amplia lámina vertical, situada entre el núcleo lenticular y el antemuro. La cápsula extrema está comprendida entre el antemuro y la corteza de la ínsula.

LAS FORMACIONES COMISURALES

Son sistemas de fibras mielínicas que conectan un hemisferio con el contralateral, es decir, el del lado opuesto. Están representadas por el **cuerpo calloso**, el **fórnix o trígono**, la **comisura blanca anterior** y el **septum lucidum**.

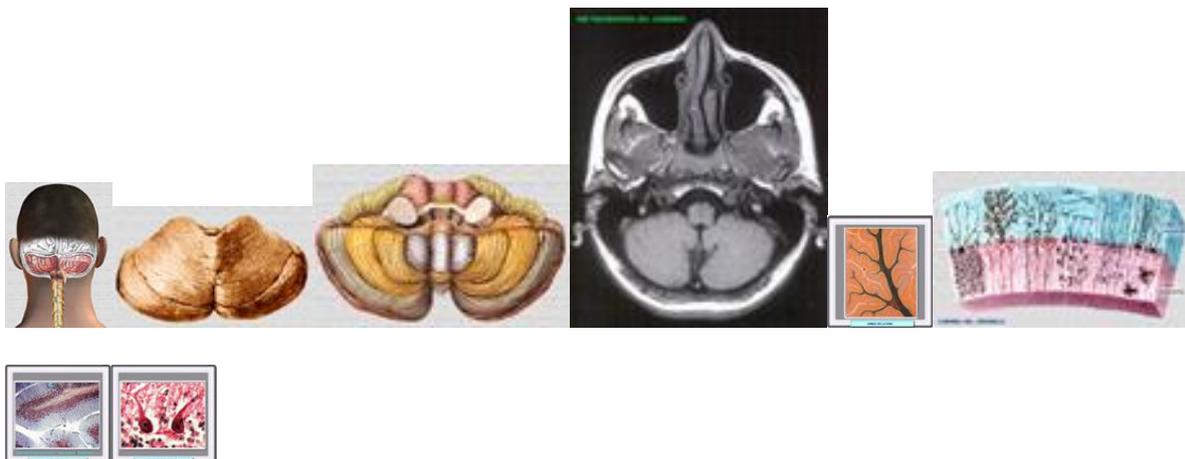
El cuerpo calloso (*) se compone de una parte media, o tronco del cuerpo calloso, y dos extremos: el anterior se dobla hacia abajo, formando la rodilla del cuerpo calloso y termina adelgazándose, recibiendo el nombre de pico del cuerpo calloso; el extremo posterior, redondeado, se llama **esplenio** o rodete del cuerpo calloso.

Por debajo del cuerpo calloso se encuentra otra formación comisural, llamada trígono o fórnix. El trígono aparece constituido por una porción central, llamada cuerpo del trígono que, en su parte posterior, está íntimamente unida al cuerpo calloso suprayacente. De la extremidad anterior del cuerpo del trígono parten dos prolongaciones acintadas, llamadas columnas o pilares anteriores del trígono, que se repliegan hacia abajo, rodeando el polo anterior del tálamo óptico (con el que delimitan el agujero interventricular de Monro), y llegan hasta la superficie inferior del hipotálamo.

Por delante de las columnas del trígono, a nivel de la pared anterior del III ventrículo, se encuentra una lámina de sustancia blanca que une los centros olfatorios de los dos hemisferios, denominada comisura blanca anterior.

De los ángulos posteriores del cuerpo del trígono parten otras dos prolongaciones, los pilares posteriores que, separándose hacia abajo y hacia fuera, rodean el polo posterior del tálamo óptico y terminan, inferiormente, en la zona de la circunvolución del hipocampo.

En su parte anterior, el cuerpo calloso y el trígono están separados, formando un ángulo abierto hacia delante, ocupado por dos delgadas láminas de sustancia nerviosa, dispuestas sagitalmente a lo largo de la línea media. Estas dos láminas emparejadas; constituyen el septum lucidum, y separan las dos partes frontales de los ventrículos laterales.



Cerebelo

El cerebelo (metencéfalo) es un órgano presente en todos los vertebrados, pero con diferentes grados de desarrollo: muy reducido en los peces, reptiles y pájaros, alcanza su máximo desarrollo en los primates y en el hombre.

Ocupa las fosas occipitales inferiores y, por arriba, está cubierto por una lámina fibrosa, dependiente de la duramadre, llamada tienda del cerebelo, que lo separa de

los lóbulos occipitales del cerebro (*). Por delante, se halla conectado al tronco del encéfalo mediante tres pares de cordones blancos, los pedúnculos cerebelosos superiores, medios e inferiores que, alejándose del hilio del cerebelo, llegan respectivamente al mesencéfalo, a la protuberancia y al bulbo. Tiene forma de elipsoide aplanado en sentido vertical, con un diámetro transversal de unos 9 cm., anteroposterior de unos 6 cm., y vertical de unos 5 cm. Está formado esencialmente por tres partes: una central, llamada lóbulo medio, y dos laterales, que constituyen los lóbulos laterales o hemisferios cerebelosos (*). En la superficie inferior del cerebelo, el vermis cerebeloso presenta anteriormente una eminencia redondeada, llamada úvula. Para poder observar por completo la superficie inferior del vermis cerebeloso, hay que separar los dos lóbulos de los hemisferios cerebelosos, llamados amígdalas que, al estar adosados al vermis, lo esconden en parte. Por delante de las amígdalas se encuentran dos lobulillos llamados flóculos. La superficie externa del cerebelo no es lisa, sino que está interrumpida por numerosos surcos que dividen a cada lóbulo en muchos lobulillos (lóbulo de la amígdala, del flóculo, lóbulo cuadrado, etc.)(*); otros más numerosos y menos profundos, son las láminas del cerebelo que dan a la superficie un característico aspecto estriado

Como las demás partes del neuroeje, el cerebelo está formado por la sustancia blanca y la sustancia gris.

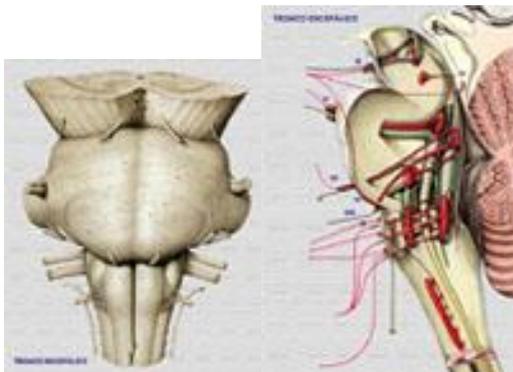
- La sustancia blanca, formada por haces de fibras mielínicas (la fibra mielínica es el cilindroeje de una célula nerviosa, revestido de una vaina de mielina), está dispuesta en el centro del órgano, donde constituye el cuerpo o centro medular irradiando hacia la periferia por medio de innumerables prolongaciones que constituyen el eje de cada lobulillo y de las láminas. Esta disposición de la sustancia blanca se conoce como árbol de la vida (*).
- La sustancia gris, constituida fundamentalmente por las células nerviosas y sus prolongaciones carentes de capa de mielina, está dispuesta principalmente en la periferia, donde forma la corteza cerebelosa, y se encuentra también, en menor proporción, en el seno del centro medular, donde forma los llamados núcleos centrales; éstos, en número de cuatro por cada lado, se denominan: núcleo dentado, núcleo emboliforme, núcleo globuloso y núcleo tegmental. De estos núcleos se originan principalmente los tractos que salen del cerebelo a través de sus pedúnculos, dirigiéndose a otras partes del sistema nervioso

La corteza cerebelosa (*) tiene un espesor de 1 mm. Se distinguen dos capas bien diferenciadas: una externa, de color gris claro, llamada capa molecular, y otra interna, de color amarillo rojizo, denominada capa granulosa; entre éstas se interpone una delgada capa constituida por gruesas células nerviosas, de aspecto bastante característico: las células de Purkinje (*).

- La capa molecular está formada por numerosas fibras, entre las cuales se encuentran las células en cesta, así llamadas porque su cilindroeje, que tiene un curso horizontal, emite ramas colaterales que descienden hacia las células de Purkinje y se ramifican a su alrededor, formando una especie de nido o cesta. A la capa molecular llegan numerosas fibras trepadoras, procedentes, a través de la sustancia blanca, de otras partes del neuroeje, y que terminan adhiriéndose íntimamente a las dendritas de las células de Purkinje (*).

- La capa media, o de las células de Purkinje, se caracteriza por sus notables dimensiones y por el aspecto de sus células. Éstas tienen forma de pera, con el polo más grueso vuelto hacia dentro y el delgado dirigido hacia fuera. Del polo externo parten dos o tres gruesas dendritas que se ramifican repetidamente, dando origen a una rica arborización, cuyas ramas están dispuestas en el mismo plano; del polo interno parte un cilindro que se reviste con una vaina de mielina y desciende a la sustancia blanca, llegando hasta los núcleos centrales del cerebelo.
- La capa granulosa está formada, sobre todo, por pequeños elementos, llamados gránulos, muy densificados, provistos de cuatro o cinco cortas dendritas y de un cilindro que asciende hacia la capa externa, donde se divide en T: sus ramas de división se relacionan con las arborizaciones dendríticas de numerosas células de Purkinje. Procedentes de otras partes del neuroeje, desde la sustancia blanca, llegan hasta la capa granulosa unas fibras, llamadas musgosas, porque terminan con unas características expansiones en forma de plumero.

El cerebelo resulta esencial para coordinar los movimientos del cuerpo. Es un centro reflejo que actúa en la coordinación y el mantenimiento del equilibrio. El tono del músculo voluntario, como el relacionado con la postura y con el equilibrio, también es controlado por esta parte del encéfalo. Así, toda actividad motora, desde jugar al fútbol hasta tocar el violín, depende del cerebelo.



Tronco del encéfalo

El tronco del encéfalo está dividido anatómicamente en: mesencéfalo o cerebro medio, la protuberancia y el bulbo raquídeo (*). El mesencéfalo se compone de tres partes.

- La primera consiste en los pedúnculos cerebrales, sistemas de fibras que conducen los impulsos hacia, y desde, la corteza cerebral.
- La segunda la forman los tubérculos cuadrigéminos, cuatro cuerpos a los que llega información visual y auditiva.
- La tercera parte es el canal central, denominado acueducto de Silvio, alrededor del cual se localiza la sustancia gris. La sustancia negra también aparece en el

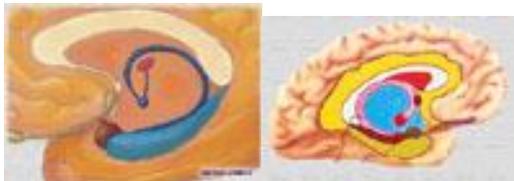
mesencéfalo, aunque no es exclusiva de éste. Contiene células que secretan dopamina. Los núcleos de los pares de nervios craneales tercero y cuarto (III y IV) también se sitúan en el mesencéfalo

Protuberancia o puente

Situada entre el bulbo raquídeo y el mesencéfalo, está localizada enfrente del cerebelo. Consiste en fibras nerviosas blancas transversales y longitudinales entrelazadas, que forman una red compleja unida al cerebelo por los pedúnculos cerebelosos medios. Este sistema intrincado de fibras conecta el bulbo raquídeo con los hemisferios cerebrales. En la protuberancia se localizan los núcleos para el quinto, sexto, séptimo y octavo (V, VI, VII y VIII) pares de nervios craneales.

Bulbo raquídeo o médula oblongada

Situado entre la médula espinal y la protuberancia, el bulbo raquídeo (mielencéfalo) constituye en realidad una extensión, en forma de pirámide, de la médula espinal. El origen de la formación reticular, importante red de células nerviosas, es parte primordial de esta estructura. El núcleo del noveno, décimo, undécimo y duodécimo (IX, X, XI y XII) pares de nervios craneales se encuentra también en el bulbo raquídeo. Los impulsos entre la médula espinal y el cerebro se conducen a través del bulbo raquídeo por vías principales de fibras nerviosas tanto ascendentes como descendentes (*). También se localizan los centros de control de las funciones cardíacas, vasoconstrictoras y respiratorias, así como otras actividades reflejas, incluido el vómito. Las lesiones de estas estructuras ocasionan la muerte inmediata.



Sistema límbico

Formado por partes del tálamo, hipotálamo, hipocampo, amígdala, cuerpo calloso, septum y mesencéfalo, constituye una unidad funcional del encéfalo (*). Antes se pensaba que estaba estrechamente ligado a la percepción olfativa, por lo que también se le denomina rinencéfalo. El sistema límbico mantiene estrechas interacciones bioquímicas y nerviosas con la corteza cerebral, considerándosele como el elemento encefálico encargado de la memoria, las emociones, la atención y el aprendizaje (*).

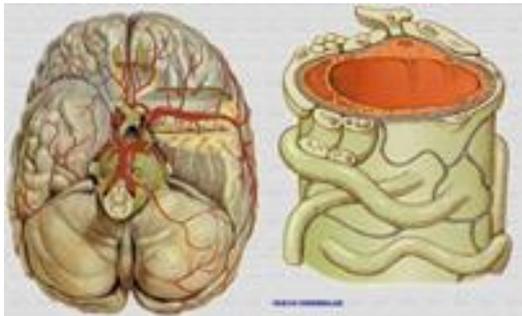
La amígdala está vinculada al comportamiento agresivo, el hipocampo a la memoria, y el septum pelucidum al placer. El giro cingulado y la comisura anterior cumplen una función de comunicación entre las distintas partes. Los cuerpos mamilares también cumplen una función de comunicación e intervienen de forma decisiva en los mecanismos de la memoria.



Pares craneales

Hay doce pares de nervios craneales, simétricos entre sí, que salen de la base del encéfalo (*). Se distribuyen a lo largo de las diferentes estructuras de la cabeza y cuello y se numeran, de adelante hacia atrás, en el mismo orden en el que se originan. Las fibras motoras controlan movimientos musculares y las sensitivas recogen información del exterior o del interior del organismo.

Los nervios cervicales, en número de 8 pares, proceden todos ellos de la médula espinal. Todos ellos poseen cuatro tipos de fibras: motoras somáticas, efectivas viscerales, sensitivas somáticas y sensitivas viscerales.

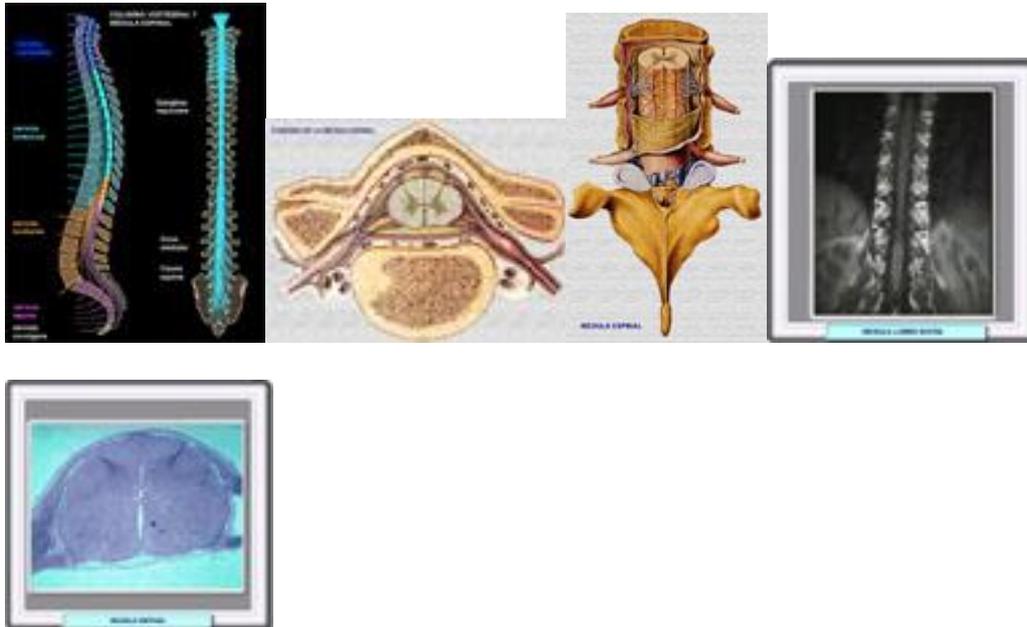


Vascularización

El oxígeno y la glucosa llegan a las células nerviosas por dos pares de arterias craneales. Justo debajo del cuello, cada una de las dos arterias carótidas comunes se divide en una rama externa, la carótida externa que lleva sangre a la parte externa craneal, y una rama interna, la carótida interna, que lleva sangre a la porción anterior del cerebro. Las dos arterias vertebrales se unen formando la arteria basilar, que irriga la parte posterior del cerebro. A nivel de la base del cerebro existe un sistema denominado círculo de Willis que une ambos sistemas y sirve como compensación si se obstruye alguna de las arterias (*). El 25% del gasto cardiaco llega a los tejidos cerebrales a partir de una enorme red de arterias cerebrales y cerebelosas.

Los vasos cerebrales (arterias y arteriolas) son de tipo elástico, es decir, contienen poco músculo liso y, por lo tanto, tienen una contractilidad limitada. Los procesos astrocíticos se extienden a los capilares y los envuelven con un lámina u hoja perivascular formada por glía (*). La pared capilar consiste en células endoteliales que se solapan en sus bordes como las tejas y se unen unas a otras mediante unas

uniones muy ajustadas (llamadas zónulas ocluyentes). Todo el capilar está rodeado por una lámina basal y por la cubierta astrocítica. La cubierta glial que rodea los capilares explica porqué es difícil el paso de materiales desde la sangre al cerebro formando la barrera hematoencefálica (conjuntamente con el endotelio capilar de los vasos cerebrales que no son fenestrados, a diferencia del endotelio de otros muchos órganos que tiene poros o fenestraciones)



Médula espinal

Es la parte del sistema nervioso contenida dentro del canal vertebral. En el ser humano adulto, se extiende desde la base del cráneo hasta la segunda vértebra lumbar. Por debajo de esta zona se empieza a reducir hasta formar una especie de cordón llamado filum terminal, delgado y fibroso y que contiene poca materia nerviosa (*)

Por encima del foramen magnum, en la base del cráneo, se continúa con el bulbo raquídeo. Igual que el encéfalo, la médula está encerrada en una funda triple de membranas, las meninges: la duramadre espinal o membrana meníngea espinal (paquimeninge), la membrana aracnoides espinal y la piamadre espinal. Estas dos últimas constituyen la leptomeninge (*)

La médula espinal está dividida de forma parcial en dos mitades laterales por un surco medio hacia la parte dorsal y por una hendidura ventral hacia la parte anterior; de cada lado de la médula surgen 31 pares de nervios espinales, cada uno de los cuales tiene una raíz anterior y otra posterior (*)

Los nervios espinales se dividen en:

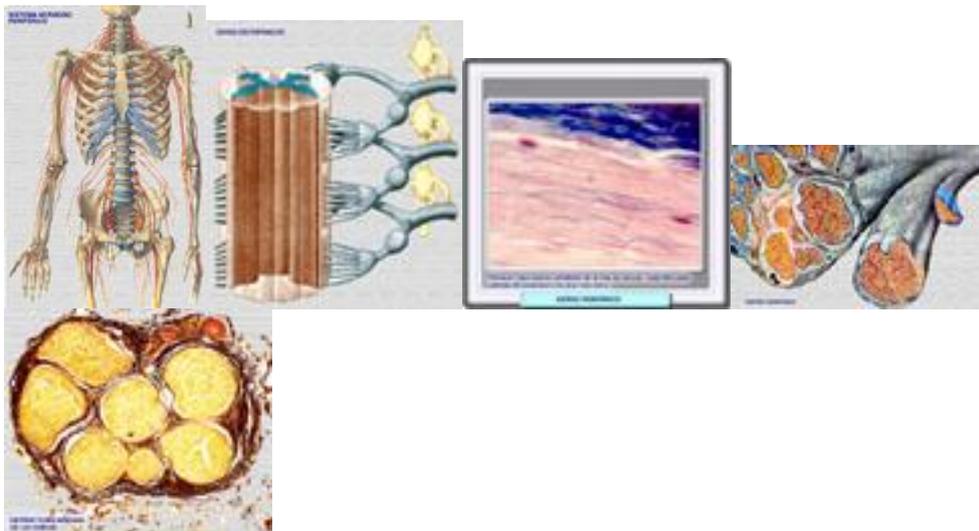
- nervios cervicales: existen 8 pares denominados C1 a C8
- nervios torácicos: existen 12 pares denominados T1 a T2
- nervios lumbares: existen 5 pares llamados L1 a L5

- nervios sacros: existen 5 pares, denominados S1 a S5
- nervios coccígeos: existe un par

Los últimos pares de nervios espinales forman la llamada cola de caballo al descender por el último tramo de la columna vertebral (*).

La médula espinal es de color blanco, más o menos cilíndrica y tiene una longitud de unos 45 cm (*). Tiene una cierta flexibilidad, pudiendo estirarse cuando se flexiona la columna vertebral. Esta constituida por sustancia gris que, a diferencia del cerebro se dispone internamente, y de sustancia blanca constituida por haces de fibras miélicas de recorrido fundamentalmente longitudinal (*).

La médula espinal transmite los impulsos ascendentes hacia el cerebro y los impulsos descendentes desde el cerebro hacia el resto del cuerpo. Transmite la información que le llega desde los nervios periféricos procedentes de distintas regiones corporales, hasta los centros superiores. El propio cerebro actúa sobre la médula enviando impulsos. La médula espinal también transmite impulsos a los músculos, los vasos sanguíneos y las glándulas a través de los nervios que salen de ella, bien en respuesta a un estímulo recibido, o bien en respuesta a señales procedentes de centros superiores del sistema nervioso central.



Sistema nervioso periférico (SNP)

Definición

El sistema nervioso periférico está constituido por el conjunto de nervios y ganglios nerviosos. Se llaman nervios los haces de fibras nerviosas que se encuentran fuera del neuroeje; ganglios, unas agrupaciones de células nerviosas intercaladas a lo largo del recorrido de los nervios o en sus raíces (*). Aunque también es periférico, el sistema nervioso simpático (también denominado vegetativo o autónomo), se considera como una entidad nerviosa diferente que transmite sólo impulsos relacionados con las funciones viscerales que tienen lugar automáticamente, sin que influya la voluntad del sujeto.

Ganglios

Las fibras sensitivas contenidas en los nervios craneales y espinales no son sino prolongaciones de determinadas células nerviosas (células «en T»), agrupadas en pequeños cúmulos situados fuera del neuroeje: los ganglios cerebroespinales (*).

Los ganglios anexos a los nervios espinales son iguales entre sí, en forma, dimensiones y posición. De ellos parte la raíz posterior de cada nervio, siempre en la proximidad del agujero intervertebral que recorre el nervio para salir de la columna vertebral.

Los ganglios de los nervios craneales tienen, por el contrario, una forma, dimensiones y posición mucho más variables. Sin embargo, las funciones y la constitución histológica son muy similares para ambos tipos de ganglios

Nervios craneales y espinales

Los nervios craneales y espinales se presentan como cordones de color blanquecino y brillante. Están formados por el conjunto de muchas fibras nerviosas, casi todas revestidas de vaina miélica.

Todos los nervios craneales y espinales resultan de la unión de fibras que salen del encéfalo o de la médula espinal. Sin embargo, mientras que, para los nervios craneales dichas fibras se unen directamente para formar el nervio, en los nervios espinales, las fibras se unen primero en dos formaciones diferentes, la raíz anterior y la raíz posterior. La unión de ambas raíces dan origen finalmente el tronco del nervio espinal. El tronco de todos los nervios espinales tiene una longitud de poco más de 1 centímetro ya que se divide en una rama anterior o ventral, más gruesa, y una rama posterior o dorsal, más delgada.

Las ramas posteriores se mantienen siempre separadas e independientes entre sí, mientras que, en las vías anteriores, además de los nervios intercostales independientes forman los plexos nerviosos

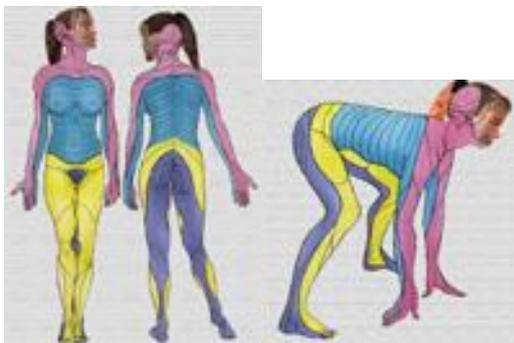
Los nervios con gran frecuencia, acompañan a los vasos sanguíneos que deben alcanzar el mismo territorio formando los paquetes vasculonerviosos, resultantes del conjunto de un nervio, una arteria y una o varias venas, adosados y mantenidos unidos por tejido conjuntivo. Al dirigirse hacia la periferia, los nervios emiten ramas en distintas direcciones. Estas ramas se llaman ramas colaterales, mientras que las ramas en las que termina el nervio para subdividirse en su terminación, se llaman ramas terminales. Un caso particular está representado por las ramas que abandonan un nervio para penetrar en otro nervio, estableciendo así anastomosis entre nervios distintos; son las llamadas ramas anastomóticas.

Las numerosas fibras nerviosas que constituyen un nervio están reunidas, por medio del tejido conjuntivo, en muchas unidades sucesivas. El conjuntivo que envuelve en superficie la totalidad del nervio se denomina **epinervio** (*); de él se dirigen hacia el interior del nervio innumerables prolongaciones de tejido conjuntivo y pequeños vasos sanguíneos y linfáticos, destinados a la nutrición de las fibras nerviosas. Inmersos en este conjuntivo laxo, encontramos cierto número de hacecillos

secundarios, grupos, generalmente circulares, de fibras nerviosas, bien delimitados y separados uno de otro. La envoltura de cada fascículo secundario se llama **perinervio**. Del perinervio parten tabiques que se insinúan hacia el interior del fascículo secundario, subdividiéndolo en muchos fascículos de fibras, más pequeños y de forma variada: los fascículos primarios. Los fascículos primarios, a su vez, están envueltos por el endonervio primarios se llama endonervio (*)

Cuando un nervio se bifurca, cede uno o más de los haces secundarios completos incluyendo el perineuro y además el epinervio del nervio del que se origina. Lo mismo ocurre con los haces primarios e incluso con las propias fibras nerviosas que al ramificarse van acompañadas de tejido conjuntivo el perineuro y epineuro formando una vaina llamada vaina de Henle

En el nervio se observan fibras nerviosas de dimensiones muy variadas: las provistas de vaina miélica oscilan entre 20 y 1 micra de diámetro; las que están desprovistas de dicha vaina no llegan a la micra.



Clasificación de los nervios.

Los nervios se clasifican según el tipo de impulsos que transporta:

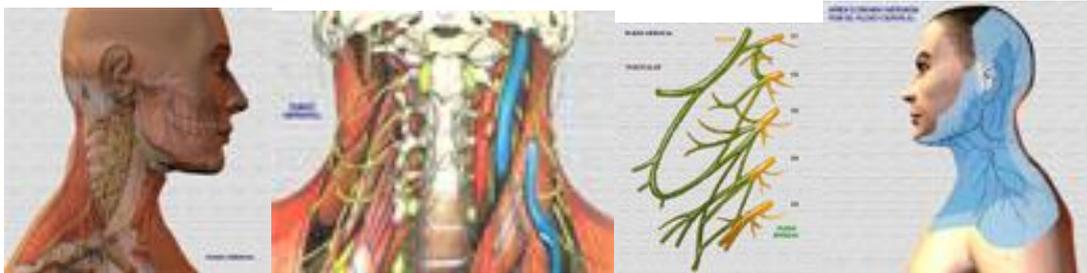
- nervio sensitivo somático: nervio que recoge impulsos sensitivos relativos a la llamada «vida de relación», es decir, no referentes a la actividad de las vísceras;
- nervio motor somático: un nervio que transporta impulsos motores a los músculos voluntarios;
- nervio sensitivo visceral: un nervio que recoge la sensibilidad de las vísceras;
- nervio elector visceral: un nervio que transporta a las vísceras impulsos motores, secretores, etc.

Además, los nervios que desarrollan una sola de las cuatro funciones relacionadas más arriba se llaman nervios puros, mientras que los que son simultáneamente sensitivos somáticos y motores somáticos (o que son también simultáneamente somáticos y viscerales) se llaman nervios mixtos.

Sin embargo, la nomenclatura de los nervios se ha establecido en función del territorio en el que se distribuyen: habrá, así, por ejemplo, nervios musculares y nervios cutáneos. Los nervios musculares penetran en los músculos estriados, llevando esencialmente fibras motoras. Cada fibra se divide, en el interior del músculo, en muchas ramitas, y cada una de ellas llega a la placa motriz de una fibra

muscular. El conjunto de fibras musculares inervadas por una sola fibra nerviosa se denomina unidad motora de Sherrington

Por su parte los nervios cutáneos son los que llegan a la piel, recogiendo la sensibilidad de ésta. Cada nervio cutáneo se distribuye en una cierta zona de piel, llamada dermatoma (*) (*)



Plexos Nerviosos

A nivel de las extremidades, las ramas anteriores de los nervios espinales forman unas complejas redes nerviosas, llamadas plexos, en la cual se intercambian fibras nerviosas. De cada uno de estos plexos resultan los troncos nerviosos que se extienden luego periféricamente y que poseen unas fibras nerviosas que derivan de diferentes nervios espinales

Plexo cervical: Las ramas anteriores de los cuatro nervios cervicales C1 a C4 se unen en el plexo cervical, situado en el cuello (*). Por su parte, la rama anterior del C5 sirve de puente entre el plexo cervical y el plexo braquial. Del plexo cervical derivan los siguientes nervios (*):

- nervio occipital menor
- nervio auricular mayor
- nervio transverso del cuello,
- nervios supraclaviculares
- nervio frénico y
- las raíces del asa cervical profunda

Los elementos motores de estos nervios y las ramas que de ellos derivan, inervan los músculos del cuello (*). Las raíces sensitivas del plexo cervical pasan por detrás del músculo estenocleidomastoideo a través de la fascia por el punctum nervosum

y desde el mismo se extienden en la cabeza, cuello y hombros. El nervio occipital menor se extiende por el occipucio, mientras que el auricular mayor rodea la oreja extendiéndose por la región del proceso mastoideas y de la mandíbula. El nervio transverso del cuello inerva la parte superior del cuello hasta la barbilla, mientras que los nervios supraclaviculares inervan la fosa supraclavicular y la región de los hombros.

El nervio frénico contiene fibras que provienen de los nervios espinales C3 y C4. Cruza el músculo escaleno anterior y entra en la caja torácica por delante de la arteria subclavia. Se extiende por el mediastino, dividiéndose en las ramas pericardiácas que inervan el pericardio (*). Continúa hacia el diafragma donde se ramifica para cubrir toda el área diafragmática y la parte superior de los órganos peritoneales



Plexo braquial

Las raíces anteriores de los nervios espinales C5 a C8 y T1 forman el plexo braquial. Se extiende hacia abajo y lateralmente a cada lado desde la cuarta vértebra cervical hasta la primera vértebra torácica (*). Pasa por encima de la primera costilla y por debajo de la clavícula entrando en la axila.

El plexo braquial inerva los hombros y miembros superiores. Del plexo braquial salen cinco nervios importantes (*):

- nervio axilar
- nervio musculocutáneo
- nervio radial
- nervio mediano
- nervio cubital

Algunos lo dividen en dos partes: la parte supraclavicular y la parte infraclavicular



Plexo lumbosacro

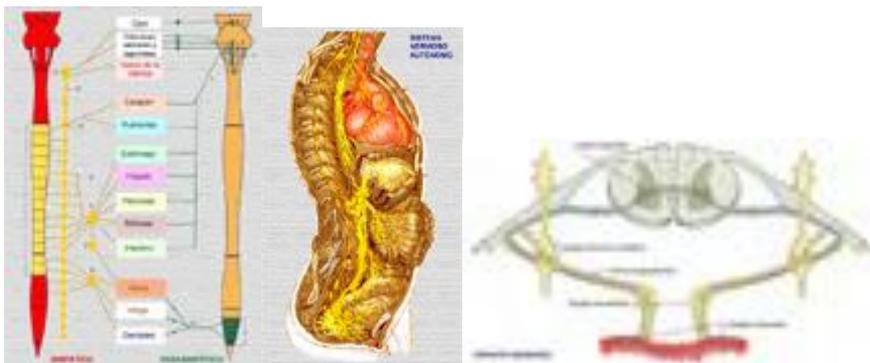
El plexo lumbosacro está formado por las ramas anteriores de los nervios espinales lumbares y del sacro. Sus ramas aportan la inervación sensorial y motora a los miembros inferiores. Las ramas L1-L3 forman el plexo lumbar cuyas raíces se encuentran entre el musculo psoas.

El plexo lumbar origina los siguientes nervios:

- nervio obturador
- nervio femoral

Por su parte, el plexo sacro da origen a los siguientes nervios:

- nervio ciático
- nervio peronela común
- nervio tibial
- nervios glúteos superior e inferior
- nervio pudendo y nervios perineales



Sistema nervioso vegetativo o autónomo (SNA)

El sistema nerviosos autónomo regula la actividad de los músculos lisos, del corazón y de algunas glándulas. Casi todos los tejidos del cuerpo están inervados por fibras nerviosas del sistema nervioso autónomo, distinguiéndose dos tipos de fibras: las viscerosensitivas (aférentes) y las visceromotoras y secretoras (eferentes). Las neuronas de las fibras sensitivas se reúnen en los ganglios espinales, mientras que

las fibras eferentes forman grupos esparcidos por todo el cuerpo, en los llamados ganglios autonómicos. Estos ganglios dividen las vías nerviosas en dos secciones denominadas pre-gangliónicas y post-gangliónicas, siendo diferentes las fibras que constituyen dichas vías (*). Las fibras pregangliónicas son fibras mielinizadas, mientras que las fibras postgangliónicas son amielínicas.

La función del sistema nervioso autónomo es la regular la función de los órganos, según cambian las condiciones medioambientales. Para ello, dispone de dos mecanismos antagónicos, el sistema nervioso simpático y el sistema nervioso parasimpático (*).

El sistema nervioso simpático es estimulado por el ejercicio físico ocasionando un aumento de la presión arterial y de la frecuencia cardíaca, dilatación de las pupilas, aumento de la perspiración y erizamiento de los cabellos. Al mismo tiempo, se reduce la actividad peristáltica y la secreción de las glándulas intestinales. El sistema nervioso simpático es el responsable del aumento de la actividad en general del organismo en condiciones de estrés.

Por su parte, el sistema nervioso parasimpático, cuando predomina, reduce la respiración y el ritmo cardíaco, estimula el sistema gastrointestinal incluyendo la defecación y la producción de orina y la regeneración del cuerpo que tiene lugar durante el sueño.

En resumen, el sistema nervioso autónomo consiste en un complejo entramado de fibras nerviosas y ganglios que llegan a todos los órganos que funcionan de forma independiente de la voluntad. En un gran número de casos, los impulsos nerviosos de este sistema no llegan al cerebro, sino que es la médula espinal la que recibe la señal aferente y envía la respuesta (*).

Sistema nervioso simpático

Las fibras preganglionares de la división simpática se originan de los niveles torácico y lumbar de la médula espinal y casi inmediatamente terminan en ganglios situados en la proximidad de la médula espinal. Por lo tanto, en este sistema las fibras pregangliónicas son cortas, mientras que las posgangliónicas que contactan con los órganos son largas. El simpático es especialmente importante durante situaciones de emergencia y se asocia con la respuesta de lucha o huida. Por ejemplo inhibe el tracto digestivo, pero dilata las pupilas, acelera la frecuencia cardíaca, y respiratoria.

Sistema nervioso parasimpático

Está formado por pares craneales incluyendo el nervio vago y fibras originadas de niveles sacros de la médula espinal. Por lo tanto, este sistema frecuentemente se denomina la porción craneosacra del SNA. En la división parasimpática las fibras pregangliónicas son largas y las posgangliónicas son cortas ya que los ganglios están en la proximidad o dentro de los órganos.

El sistema parasimpático está relacionado con todas las respuestas internas asociadas con un estado de relajación, por ejemplo provoca que las pupilas se contraigan, facilita la digestión de los alimentos y disminuye la frecuencia cardíaca.



Transmisión de los impulsos en el sistema nervioso autónomo

En la transmisión de los impulsos nerviosos del sistema simpático interviene la norepinefrina como neurotransmisor, mientras que en el parasimpático es la acetilcolina, por lo que ambos sistemas también reciben el nombre de sistema adrenérgico y sistema colinérgico respectivamente.

En algunos órganos como el corazón y el pulmón, el antagonismo entre ambos sistemas es claramente apreciable. En otros órganos, la regulación consiste tan solo en el cambio de tono de uno u otro sistema, y en algunos órganos concretos, solo está presente un sistema (por ejemplo, el útero solo está inervado por el sistema adrenérgico)

Las neuronas autonómicas se caracterizan por disponer en las ramas terminales de los axones de unas varicosidades o ensanchamientos que contienen las vesículas sinápticas, unos pequeños contenedores en donde se encuentran los neurotransmisores. En estas zonas, los axones no están recubiertos de vainas de mielina para permitir que los neurotransmisores puedan difundir fácilmente y llegar a los receptores de las células de músculo liso o glandulares (*). Al llegar los neurotransmisores a estos receptores se abren los canales iónicos situados en la membrana de las células, lo que permite la entrada de iones, es decir de cargas eléctricas.