



## PASO 1 NERVIOSO: Médula espinal, tronco encefálico y LCE

### Generalidades

Por razones didácticas, el sistema nervioso se divide para su estudio en dos principales componentes: uno el Sistema Nervioso Central y otro el Sistema Nervioso Periférico.

El primero está alojado en un estuche óseo formado por los huesos del cráneo y las vértebras; lo constituyen los segmentos denominados cerebro, mesencéfalo, protuberancia, cerebelo y bulbo (todos estos reciben el nombre de encéfalo), el otro segmento llamado médula espinal, está alojado en el canal medular que forman las vértebras.

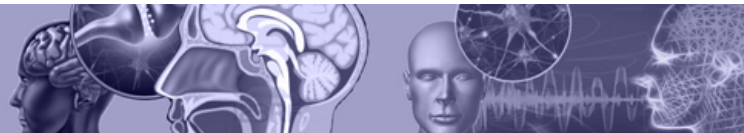
El segundo componente, es decir, el Sistema Nervioso Periférico, es aquel que queda fuera del estuche óseo mencionado y está constituido por los nervios craneales.

Se suele describir también, un tercer componente, el sistema nervioso autónomo, que tiene representación, tanto en el Sistema Nervioso Central como Periférico.

En términos generales se puede decir que el sistema nervioso está constituido por un sólo tipo de tejido: el tejido nervioso, el cual consta a su vez de dos tipos de células: las neuronas y las células de neuroglia.

Las neuronas tienen a su cargo la función de captar y transmitir los impulsos nerviosos dentro del sistema; mientras que las células de neuroglia o glia tienen a su cargo las funciones de soporte o sosten, aporte de material para el metabolismo de las neuronas, defensa y protección.

Las neuronas se caracterizan por sus intrincadas ramificaciones, las cuales irradian desde el cuerpo celular (soma), el cual contiene como todas las células retículo endoplasmático (sustancia de Nissl), mitocondrias, aparato de Golgi, neurotúbulos, núcleo y nucleolo. Las prolongaciones o procesos que



conducen impulsos hacia el cuerpo celular se denominan dendritas y se caracterizan por ser muy numerosas y por extenderse a cortas distancias del soma.

Aquellos procesos que conducen impulsos desde el cuerpo celular a otras regiones se denominan axones o neuritos, y se caracterizan por ser únicos, es decir, uno para cada neurona y bastante largos en algunos casos. Estos últimos, sin embargo, después de emerger del soma, pueden ramificarse dando lugar a ramas colaterales que en general salen en ángulo recto con respecto al axón principal.

El axón de algunas neuronas, se recubre de una vaina constituida por la membrana de una célula de glía y una sustancia que contiene gran cantidad de lípidos producida por ésta.

Esta mielina suele presentar constricciones a intervalos regulares a lo largo del axón, estas constricciones se denominan nódulos de Ranvier.

Esta vaina de mielina y los módulos de Ranvier, son de gran importancia en la velocidad y tipo de conducción nerviosa.

Cuando muchos axones se agrupan formando manojos de ellos, tenemos la estructura anatómica llamada haz si se encuentra en sistema nervioso central o nervio si es sistema nervioso (SN) periférico.

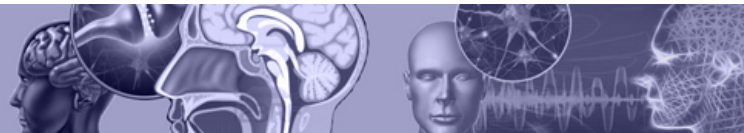
[Ver Fig. 1](#)

La neurona es una célula altamente especializada, y es capaz de ser estimulada, propiedad que se denomina "**irritabilidad**". Además es capaz de conducir los impulsos a lo largo de sus prolongaciones, esta propiedad se denomina "**conductibilidad**".

Las neuronas suelen ser clasificadas de acuerdo a la forma que tienen en unipolares, bipolares o multipolares. Si se considera la función que desempeñan, ellas podrán ser sensitivas o aferentes, motoras o eferentes e intercalares o de asociación.

Las neuronas pueden formar cadenas, a lo largo de las cuales, los impulsos nerviosos transcurren; aquellos puntos en los cuales una neurona se relaciona con otra tanto anatómica como funcionalmente, recibe el nombre de sinapsis, estos centros sinápticos son de gran importancia funcional, ya que entre otras cosas, determinan que los impulsos puedan viajar en una sola dirección.

[Ver Fig. 2](#)



Aquellas estructuras anatómicas a través de las cuales las neuronas sensitivas captan las variaciones locales que se producen en el medio ambiente externo o interno del individuo, se denominan receptores nerviosos.

Según sea la localización que tenga el receptor en el cuerpo humano, será la denominación general que reciban, así por ejemplo, aquellos receptores que están en la piel. Ejemplo: terminaciones libres, corpúsculos de Pacini, Meissner, etc. se denominarán exteroceptores; aquellos que están en los músculos, tendones y articulaciones (Ej. husos neuromusculares etc.), se denominan propioceptores; y aquellos que están en las vísceras, se denominan interoceptores.

Estos receptores pueden también estar localizados en órganos muy especializados, formando parte de los que se denominan, órganos de los sentidos especiales (Ej.: visión, audición, equilibrio, gusto y olfato).

La función principal del sistema nervioso, es interpretar los cambios que suceden alrededor del individuo, así como aquellos que comprometen su medio interno y luego dar una respuesta global, armónica y coordinada.

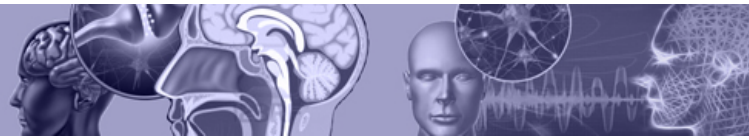
---

## Médula espinal

Es la región más caudal del sistema nervioso central, de forma cilíndrica, alojada en el canal medular, extendido entre el borde superior del atlas, hasta el borde inferior de la segunda vértebra lumbar.

Actúa como un centro reflejo, además de servir como una estructura a través de la cual transcurren haces aferentes que llevan información hacia centros superiores, así como haces eferentes que conducen información de los centros superiores hacia la motoneurona inferior.

La médula espinal está recubierta por tres envolturas; la que está íntimamente unida a ella se llama piamadre, la que viene a continuación (sobre la anterior) es la aracnoides (entre ambas queda un espacio lleno de líquido cerebro espinal LCR o cefalorraquídeo, LCE, es el espacio subaracnoideo);



finalmente la tercera envoltura, duramadre, es la más resistente y está cubriendo a las anteriores, quedando un espacio entre esta última y las paredes óseas del canal medular, este espacio se llama epidural y está lleno de tejido adiposo y vasos sanguíneos.

Estas cubiertas, además de servir como medio de protección, sirven como medio de sostén o soporte de la médula, ya que presentan adherencias a los huesos que la rodean.

La médula espinal está alojada dentro del canal medular, y se continúa directamente hacia arriba con el bulbo raquídeo. Comienza a nivel del primer nervio cervical, a la altura del agujero occipital y se extiende hacia abajo, más o menos a la altura de la segunda vértebra lumbar, punto en el que se continúa con el filum terminale, prolongación de la piamadre.

Ver Fig. 3

La médula espinal es aplanada en sentido anteroposterior, y muestra al corte transversal una capa externa de sustancia blanca y una masa gris interna dispuesta en forma de letra H.

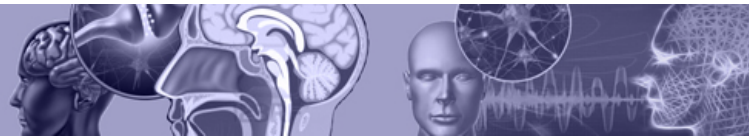
Existe un conducto pequeño en el centro de la médula, el epéndimo, el cual se abre al cuarto ventrículo en su extremo superior y termina en fondo ciego en el extremo inferior de la médula espinal.

En la médula espinal hay varios surcos longitudinales que sirven de límites a los haces de fibras nerviosas que la recorren.

Entre estos surcos se incluyen: el surco medio anterior, más profundo, (fisura) y el surco medio posterior más superficial; el surco colateral posterior marcado por la emergencia de las raíces posteriores de los nervios espinales; y el surco colateral anterior, marcado por la emergencia de las raíces anteriores de los nervios espinales. Estos surcos sirven como punto de referencia para localizar los cordones anterior, lateral y posterior.

En el fondo del surco medio anterior, se encuentra la comisura blanca a través de la cual, decusan o cruzan la vía espinotalámica y el haz piramidal directo.

Los cordones, a su vez, constan de fascículos, que contienen algunas vías ascendentes que van al cerebro y parten de la médula espinal y algunas vías descendentes que vienen del cerebro hacia la médula.



En la sustancia gris se observan las astas anteriores o ventrales y las astas posteriores o dorsales.

El asta anterior, contiene cuerpos celulares a partir de los cuales se originan las fibras motoras (eferentes) de los nervios raquídeos.

El asta posterior, contiene cuerpos celulares a partir de los cuales fibras ascendentes (aferentes) pasan a niveles más altos de la médula espinal o del encéfalo.

Además entre el asta anterior y posterior, a cada lado, se encuentra el asta lateral (segmento torácico), elemento que representa núcleos del sistema nervioso autónomo o vegetativo.

La sustancia gris también contiene un gran número de interneuronas que conectan con motoneuronas del mismo lado y del lado opuesto ya sea del mismo segmento o de segmentos adyacentes, permitiendo respuestas más complejas.

[Ver Fig. 4](#)

La médula espinal funciona para transmitir mensajes que van al cerebro y los que provienen de él. Su función se hace posible gracias a los haces ascendentes y descendentes.

El nombre de cada haz suele ser lo suficientemente descriptivo para indicar el cordón en el cual viaja, la localización de sus células de origen y el nivel de localización de su terminación axónica. Por ejemplo, se puede concluir que en el haz espinotalámico lateral, que transmite información aferente de dolor y temperatura, las fibras viajan en el cordón lateral de la médula, las células de origen están situadas dentro de la médula, y las prolongaciones terminales de los axones se conectan con otras neuronas en un nivel talámico.

Si se hace un corte transversal de la médula, se observará en el centro una estructura en forma de "H".

Ésta corresponde a una gran cantidad de cuerpos celulares que forman lo que se llama, allí estarán por lo tanto, todos los centros nerviosos.

Las astas anteriores de esta "H", tienen una función motora mientras que las astas posteriores tienen una función sensitiva.

[Ver Fig. 5](#)



Rodeando a la sustancia gris, se observa la que está formada por fibras nerviosas (fundamentalmente axones) mielínicas. Esta sustancia blanca está formada por los llamados cordones, de los cuales existen uno posterior, uno anterior y dos laterales.

A través de ellos, transcurren haces de fibras que llevarán hacia centros superiores o a la inversa; por ejemplo, los haces espino-talámicos que llevan información de dolor, temperatura, tacto grueso (hacia tálamo) van por los cordones laterales; los haces gracilis y cuneatus que llevan información de tacto fino y propiocepción consiente hacia centros superiores (bulbo), transcurren por cordones posteriores.

De las vías descendentes los haces piramidales que llevan eferencias (corticales) a los centros motores de la médula, transcurre por los cordones lateral (piramidal cruzado) y anterior (piramidal directo).

### Nervios espinales

De la médula espinal surgen 31 pares de nervios espinales. Cada nervio posee dos raíces, una anterior y otra posterior.

Las raíces anteriores son eferentes (motoras), y **"salen"** de la médula; las raíces posteriores son aferentes (sensitivas), y **"entran"** a la médula.

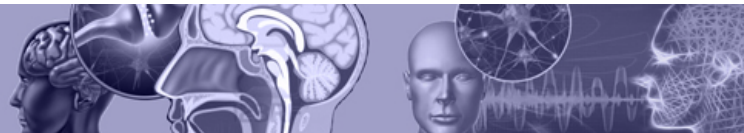
Ver Fig. 6

Los cuerpos de las neuronas cuyos axones forman las raíces anteriores están en el asta anterior de la sustancia gris de la médula espinal; se llaman células del asta anterior.

Por otra parte, los cuerpos de las neuronas cuyos axones forman las raíces posteriores, están fuera de la médula.

Estos grupos de cuerpos celulares, se agrupan formando los ganglios espinales (o de las raíces posteriores), y cada nervio espinal posee uno de ellos; los ganglios se apoyan sobre los pedículos vertebrales.

El nervio espinal que consta de varios miles de fibras aferentes y eferentes y se forma apenas distal al ganglio espinal, o sea, exactamente en del agujero de conjunción de la columna vertebral.



## Tronco encefálico

Es aquella parte del sistema nervioso central que queda en el interior de la cavidad craneana.

El tronco del encéfalo lo forman de caudal a cefálico, el bulbo, el puente y el mesencéfalo.

## Bulbo espinal

El bulbo es la porción cónica del tallo o tronco encefálico, que se extiende desde el puente por arriba, hasta la médula espinal, por abajo.

Las características superficiales de la médula espinal cambian gradualmente hacia el bulbo. El bulbo termina al nivel del agujero occipital.

Además de localizarse en él importantes centros motores y sensitivos que regulan la actividad del corazón y de la respiración, incluye también núcleos de algunos nervios craneales tales como VIII, IX, X, XI, XII.

En el bulbo las fibras de muchas vías principales cambian de lugar o se reúnen; las vías descendentes adoptan disposiciones características de la médula espinal, y las vías ascendentes cambian a la forma del tallo encefálico.

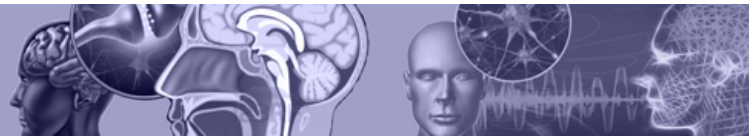
[Ver Fig. 7](#)[Ver Fig. 8](#)

En la cara anterior del bulbo, se mantienen algunas características observadas en la médula espinal, se continúa hacia arriba el surco medio anterior, a cada lado de este surco se ubican las pirámides, estructura que contiene a toda la vía córtico espinal de cada lado.

En el extremo inferior del bulbo, algunas de estas fibras de proyección cruzan la línea media hacia el lado opuesto (decusación de las pirámides). Este punto marca la separación entre médula y bulbo.

En la cara posterior del bulbo, la forma de diamante del cuarto ventrículo se adelgaza hacia abajo, de manera que en la porción inferior del bulbo la parte posterior del ventrículo se estrecha gradualmente.





Desde el punto de cierre del cuarto ventrículo, hacia la parte inferior del bulbo se encuentra un surco medio posterior que hacia abajo se continúa en la cara posterior de la médula espinal.

Adyacente al surco, a cada lado, se encuentra una columna de fibras ascendentes, el fascículo gracilis (Goll). Esta columna vertical está al lado del fascículo cuneatus (Burdach), que es más lateral. Ambos están separados por el surco intermedio posterior.

Los centros de sustancia gris que encontramos en los extremos superiores de estos fascículos, los núcleos gracilis y cuneatus, son puntos de relevo en las vías del cordón posterior, que transmiten aferencias de tacto fino y propiocepción consciente.

## **Puente**

El tallo encefálico se ensancha formando una porción llamada protuberancia o puente. Se llama así, porque las capas superficiales del tallo encefálico, en este nivel, están compuestas por fibras nerviosas cruzándose entre los dos hemisferios del cerebelo. Estas se adosan a la cara anterior del tallo encefálico y cubren los centros regionales y las vías largas.

En la cara anterior de la protuberancia, existen fibras nerviosas de dirección transversal que le dan la característica a esta estructura.

Las fibras de proyección córtico espinal de curso longitudinal, se reúnen como pilares en el extremo inferior del puente para descender aún más en el sistema nervioso central y formar las pirámides del bulbo.

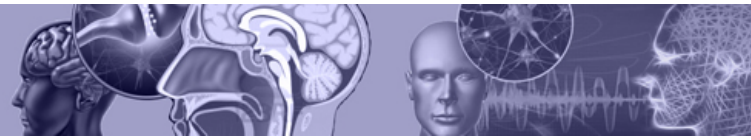
La cara posterior del puente forma el suelo del cuarto ventrículo.

La sustancia gris del puente, se entremezcla con los haces de las vías ascendentes y descendentes.

La sustancia gris forma núcleos motores y sensitivos de los nervios craneales V, VI, VII y VIII.

**Ver Fig. 9**





## Mesencéfalo

El mesencéfalo está en la línea media de la base del cráneo.

La cavidad del sistema nervioso central se estrecha en el mesencéfalo para formar el acueducto cerebral (de Silvio) que se extiende entre el tercer y cuarto ventrículo.

Los pedúnculos cerebrales convergen formando unos pilares aplanados en la cara anterior del mesencéfalo.

Entre ellos se ubican dos prominencias redondeadas, los cuerpos mamilares, que forman parte del hipotálamo, asociados a funciones vegetativas.

En la sustancia gris del mesencéfalo se encuentran neuronas motoras para el control de la mayor parte de músculos que mueven el globo ocular (III y IV nervio craneal).

Además hay células relacionadas con la coordinación de la actividad motora para los músculos voluntarios o estriados (sustancia negra, núcleo rojo).

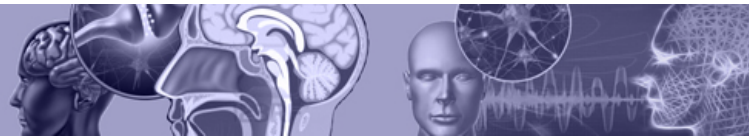
En la cara posterior del mesencéfalo se encuentran cuatro eminencias redondeadas, los colículos o tubérculos cuadrigéminos.

Los colículos superiores, contienen neuronas relacionadas con el sistema visual. Los colículos inferiores, contienen neuronas que se relacionan con la actividad auditiva.

[Ver Fig. 10](#)

## Meninges

Todas las estructuras mencionadas y que en conjunto constituyen el encéfalo, están rodeadas por tres envolturas del mismo modo que en la médula espinal, y que desde la superficie al interior son: Duramadre, aracnoides y piamadre.



Vale mencionar aquí, que la duramadre en el encéfalo forma, por repliegues de sus paredes, cavidades o conductos, que servirán para resumir la circulación venosa; los llamados senos venosos.

Estos senos convergen en último término, hacia las venas yugulares internas.

### **Meninges de la médula espinal**

La médula espinal está cubierta por las mismas tres capas meníngeas. La duramadre no forma el periosteo interno del canal medular, sino que forma una recubierta resistente que rodea a la médula.

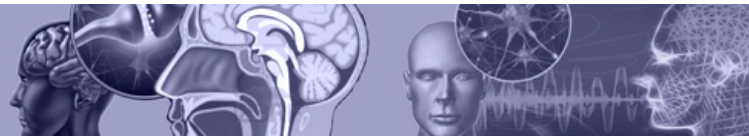
Existe un espacio entre las paredes del canal y la duramadre, denominado espacio epidural, el cual está lleno de grasa y vasos sanguíneos.

La grasa epidural es un amortiguador semilíquido que ayuda junto con la duramadre y líquido céfalo raquídeo a proteger la médula espinal.

En el extremo inferior de la médula espinal, la piamadre se extiende formando una banda fibrosa, el filum terminale; esta banda está rodeada por las raíces de los nervios raquídeos inferiores, constituyendo la cola de caballo o cauda equina.

El saco dural, recubierto internamente por la aracnoides, tiene su extremo caudal cerrado a nivel de la segunda vértebra sacra.

Se forma así, entre el nivel de de la II vértebra lumbar y la II vértebra sacra, una dilatación del espacio subaracnoideo denominado cisterna lumbar, la cual contiene sólo a la cauda equina, ya que la médula espinal llega hasta el nivel de la segunda vértebra lumbar.



## Cavidades ventriculares y Líquido céfalo raquídeo

El líquido céfalo raquídeo o cerebro espinal, llena las cavidades ventriculares del sistema nervioso central y pasa a través de agujeros (uno medial y dos laterales) desde el cuarto ventrículo hacia el espacio subaracnoideo tanto encefálico como medular.

Este líquido es incoloro, y tiene una constitución semejante al plasma sanguíneo pero prácticamente sin proteínas.

Es formado en los plexos corioides de las cavidades ventriculares (laterales, tercer y cuarto), por un proceso activo con gasto de energía.

Circula desde los ventrículos laterales, a través del agujero interventricular (Monro) hacia el tercer ventrículo para luego por medio del acueducto cerebral (Silvio) pasar al cuarto ventrículo, desde aquí pasa al espacio subaracnoideo encefálico (cisterna Magna y cisterna pontina) o medular el cual a nivel lumbar se ensancha formando la cisterna lumbar.

En este último lugar, es posible penetrar en el espacio subaracnoideo con un trocar (aguja de grueso calibre). Este procedimiento se realiza por debajo de la segunda vértebra lumbar para no dañar la médula espinal.

Una vez en el interior del espacio subaracnoideo, se puede extraer el líquido para su análisis de laboratorio o introducir un anestésico, para bloquear la conducción nerviosa en la cola de caballo.

El LCR, es reabsorbido en las granulaciones aracnoideas hacia los senos venosos, especialmente el seno sagital superior.

[Ver Fig. 11](#)