

# Capítulo 1 - RECUERDO ANATÓMICO DEL SISTEMA NERVIOSO

Antonio Martínez Oviedo, Victoria Estabén Boldova, Beatriz Sanchis Yago

La fisiología permite reconocer dos sistemas nerviosos distintos, uno denominado sistema nervioso de la *vida de relación*, porque pone en relación al organismo con el mundo exterior; el otro es el sistema nervioso de la *vida vegetativa*, que se encarga de las funciones automáticas del cuerpo, es el Sistema Nervioso Autónomo (SNA) que a su vez se dividirá en sistema nerviosos simpático y parasimpático.

El conjunto formado por ambos sistemas puede dividirse en 2 partes: Una parte denominada Sistema Nervioso Central (SNC) contenido en la cavidad craneorraquídea y otro es el Sistema Nervioso Periférico (SNP) constituido por los nervios que conecta el SNC con todas las partes del organismo. El SNC está formado por el encéfalo y la Médula Espinal.

## SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)

### EL ENCÉFALO

Lo conforman las siguientes partes: Cerebro anterior o Prosencefalo (hemisferios cerebrales, Tálamo y ganglios de la base), Tronco del encéfalo y Cerebelo (Fig. 1).

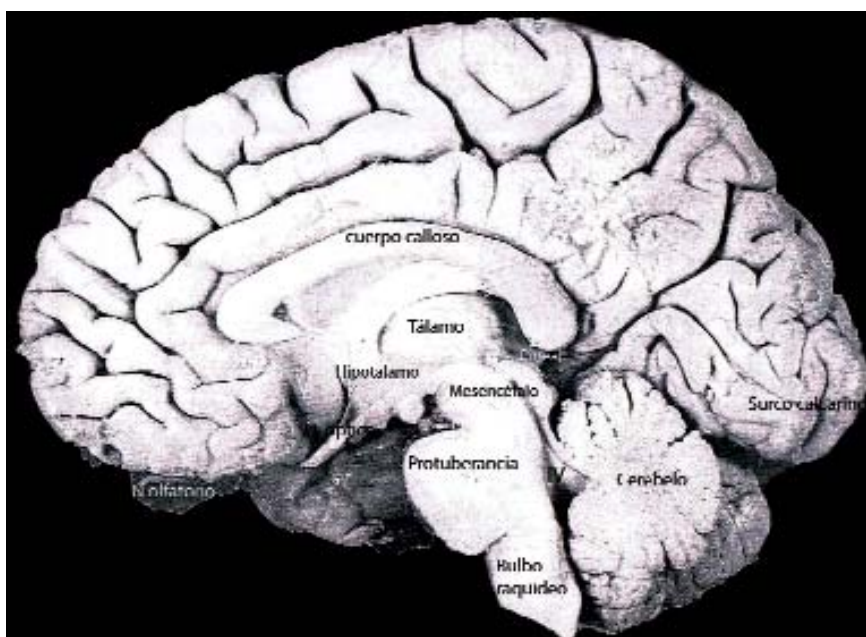


Fig. 1. Corte sagital del encéfalo.

## Cerebro anterior

**Hemisferios cerebrales** (Telencéfalo): En cada hemisferio se distinguen:

- La sustancia gris, de unos 3 ó 4 mm de espesor en su parte cortical. Presenta numerosos pliegues que forman las circunvoluciones cerebrales, surcos y fisuras que delimitan áreas con funciones determinadas; divididas en cuatro lóbulos, que se denominan frontal, parietal, temporal y occipital. Los lóbulos frontal y parietal están separados por 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 gris situada en la proximidad del diencefalo se denomina cuerpo estriado o ganglios de la base. Son el núcleo caudado, putamen, y pálido (los dos últimos constituyen juntos el núcleo lenticular).

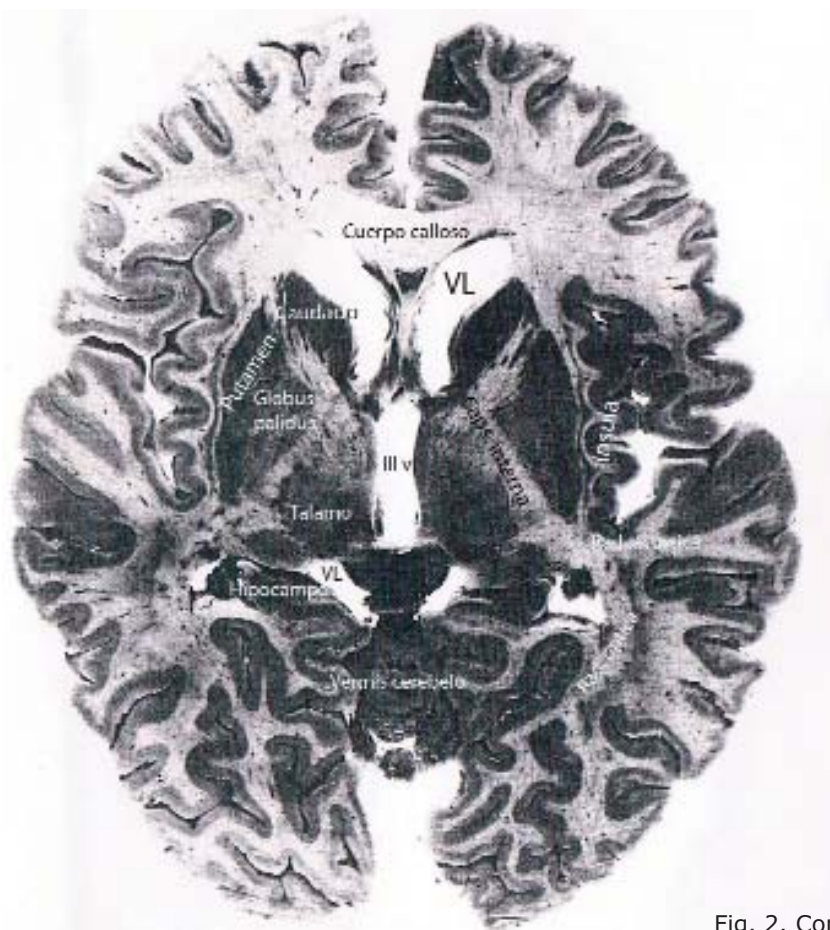


Fig. 2. Corte axial del cerebro.

- La sustancia blanca, formada por sistemas de fibras que conectan entre sí diferentes puntos de la corteza cerebral o la corteza con los distintos núcleos del neuroeje, formando la cápsula interna, la cápsula externa y la cápsula extrema.

- Cuerpo calloso, formado por fibras que interconectan ambos hemisferios.

### Diencéfalo:

- Tálamo: Es el centro de integración de las señales sensoriales en su camino hacia la corteza.
- Hipotálamo: encargado de la regulación de las funciones viscerales: homeostasis, ciclo sueño-vigilia, control endocrino, etc.
- Hipófisis: Glándula de secreción neuroendocrina interna situada en la silla turca, en estrecha relación con el sistema nervioso autónomo.

### Tronco del encéfalo

El tronco del encéfalo está dividido anatómicamente en: mesencéfalo, la protuberancia y el bulbo raquídeo.

- Mesencéfalo, en él podemos encontrar los núcleos de los pares craneales III y IV, además de los tubérculos cuadrigéminos, el núcleo rojo, y la sustancia nigra.
- Protuberancia o puente, donde se localizan los núcleos de los pares craneales V motor, VI, VII y VIII, y los pedúnculos cerebelosos medios, que conectan el tronco del encéfalo con el cerebelo.
- Bulbo raquídeo, en el que podemos localizar los núcleos de los pares craneales IX, X, XI y XII, así como los centros de control de las funciones cardiacas, vasoconstrictoras y respiratorias, y otras actividades reflejas como el vómito (4º ventrículo).

### Cerebelo

Situado en la fosa posterior del cráneo, esta formado por una parte central llamada vermis y dos circunvoluciones laterales llamadas hemisferios cerebelosos. Tiene un papel primordial en la función motora a través de la coordinación de los movimientos/ equilibrio.

## LA MÉDULA ESPINAL

Esta contenida en el canal raquídeo vertebral. Tiene forma de tallo cilíndrico terminando a nivel de L1-L2 en forma de cono medular. La sustancia gris situada en la zona central tiene la configuración de una H. La sustancia blanca la conforman tres cordones, el anterior, lateral y posterior, ocupados por haces motores, sensitivos, vegetativos y de asociación. Los nervios raquídeos (SNP) se desprenden de la medula espinal por dos raíces, una anterior o motora y otra posterior o sensitiva (Fig. 3).

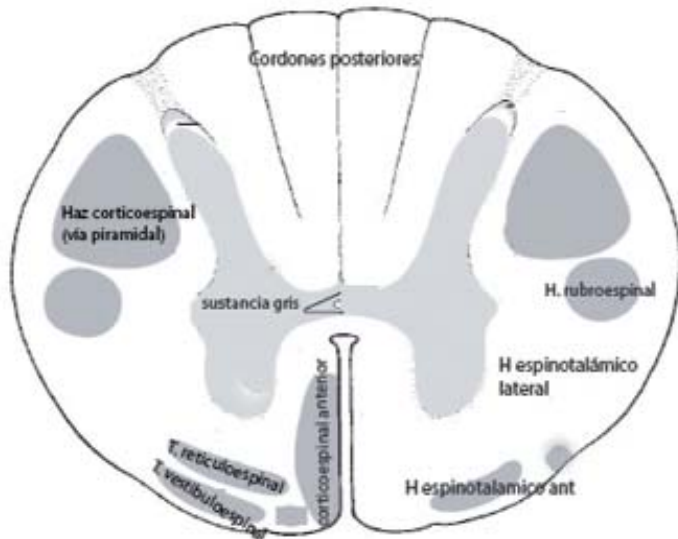


Fig. 3. Corte axial de la médula espinal

## MENINGES

Recubriendo todo el eje cerebroespinal están unas membranas concéntricas llamadas meninges que de afuera hacia adentro son: la duramadre, la aracnoides (espacio subaracnoideo) y la piamadre. A nivel del espacio subaracnoideo y de los ventrículos encefálicos circula el Líquido Cefalorraquídeo (LCR). Los ventrículos encefálicos se dividen en 2 ventrículos laterales, el 3º ventrículo y el 4º ventrículo situado a nivel del bulbo. Existen estrechamientos naturales a nivel del agujero de Monro (ventrículos laterales-3º ventrículo) y a nivel del acueducto de Silvio. Dentro de los ventrículos se encuentran los plexos coroideos que se encargan de producir la mayor parte del LCR.

## VASCULARIZACIÓN CEREBRAL

El cerebro está irrigado por dos sistemas: la arteria carótida interna y las arterias vertebrales que se comunican formando el polígono de Willis (Fig.4) las dos arterias vertebrales se unen a la altura del borde inferior de la protuberancia para formar la arteria basilar, la cual discurre por la cara anterior del puente en su línea media, antes de dividirse en las dos arterias cerebrales posteriores. De la arteria basilar se originan a cada lado ramas paramedianas, arterias circunferenciales largas y cortas, que irrigan el puente y parte del cerebro medio y cerebelo.

La arteria cerebral posterior riega el lóbulo occipital, la parte inferior de lóbulo temporal y el uncus, la parte más interna del pie del pedúnculo cerebral y los tubérculos cuadrigéminos, la parte posterior del brazo posterior de la capsula interna. La oclusión de esta arteria en su origen afectará al córtex visual y las fibras sensitivas, pero a veces es la cisura calcarina, y por tanto el córtex visual, la única estructura afectada.

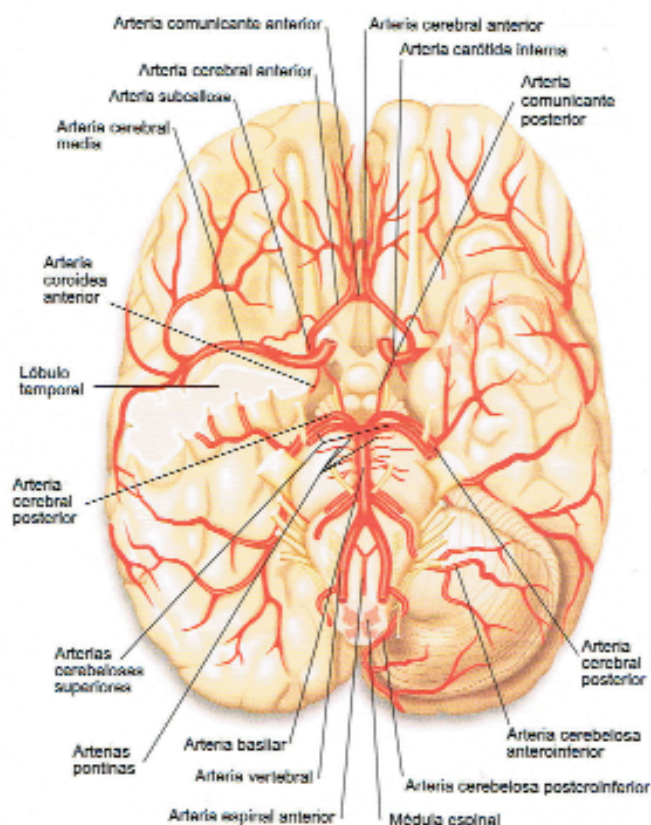


Fig. 4. Vascularización arterial cerebral.

La arteria carótida da 2 ramas principales: la arteria cerebral anterior y la arteria cerebral media (Fig. 5).

La a. cerebral anterior que sigue la convexidad del cuerpo calloso e irriga la superficie interna del hemisferio cerebral hasta la cisura parietooccipital. A su vez irriga el giro frontal superior y da una rama para la parte anterior de la cápsula interna y los ganglios basales.

La arteria cerebral media, principal rama de la a. carótida interna, se aloja en la cisura de Silvio. Da ramas corticales que irrigan el lóbulo frontal incluyendo el córtex motor y las partes superiores de los lóbulos parietales y temporales. Estas ramas se anastomosan con aquellas procedentes de las arterias cerebrales anterior y posterior, por lo que la oclusión de una de ellas puede en algunos casos ser ampliamente compensada por el establecimiento de una circulación colateral. La a. cerebral media también da ramas centrales, las cuales penetran en el parénquima cerebral e irrigan la sustancia blanca y los ganglios basales. De estas arterias centrales surgen ramas lenticuloestriadas que están relacionadas con el origen de la hemorragias intracraneales hipertensivas.

La sangre venosa abandona el cerebro a través de los senos venosos siendo conducida hasta ellos por las venas cerebrales.

En cuanto a la vascularización de la médula espinal cabe hacer hincapié desde el punto de vista fisiopatológico en que existen 2 zonas



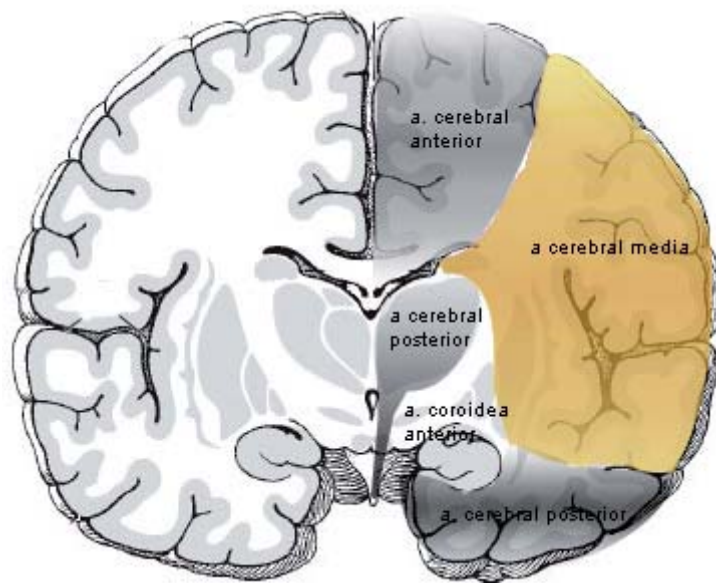


Fig. 5. Principales territorios vasculares cerebrales del encéfalo.

vulnerables, una situada en la región torácica alta y otra en la región torácica inferior (a. de Adamkiewicz) en la que se producen los infartos medulares con mayor asiduidad.

**Barrera hematoencefálica:** Muchas sustancias que circulan en la sangre no llegan al cerebro porque pequeños elementos actúan como filtro molecular e iónico; se cree que las uniones entre las células de los capilares cerebrales son las responsables de este descenso de permeabilidad. Este sistema de filtración recibe el nombre de barrera hematoencefálica. Muchos componentes biológicos de alto peso molecular, como las hormonas de la corteza adrenal o los aminoácidos, no pasan a través de esta barrera; las pequeñas moléculas tampoco atraviesan la barrera debido a su polaridad (carga iónica). De esta manera, la composición química del cerebro se mantiene en equilibrio y bien protegida de los cambios químicos relacionados con la alimentación.

La barrera hematoencefálica, tiene relevancia a nivel médico porque va condicionar la penetración y concentración de ciertos fármacos en el SNC, y a su vez limitar las metástasis fuera del SNC de los tumores cerebrales.

## SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO (SNA)

Dará respuestas a los estímulos que provienen del interior del organismo. La fisiología de esta parte del sistema nervioso, sirve de una manera fundamental a mantener el equilibrio interno del organismo (homeostasis). El sistema nervioso vegetativo regula la totalidad de las funciones vitales, tales como la alimentación, la respiración, la circulación y la excreción. Está ampliamente interconectado con el SNC. Podemos distinguir dos sistemas:

### SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO

Las fibras del sistema simpático se originan y emergen de las regiones torácica y lumbar de la médula espinal (división toracolumbar). Una parte de ellos se pone en contacto con los órganos efectores mediante las neuronas vegetativas (postganglionares), uniéndose primero a los ganglios de los cordones nerviosos situados a ambos lados de la médula, mientras que otra parte lo hace a través de los ganglios ubicados en la cavidad abdominal. La tarea fisiológica principal del sistema simpático es la movilización de las reservas orgánicas de acuerdo al aumento de las exigencias internas o externas. Esta es la razón por la cual, bajo el efecto del simpático, en el organismo los procesos metabólicos se inclinan hacia el catabolismo. Esto tiene como consecuencia la aceleración del funcionamiento cardíaco, la expansión de los bronquios, el retardo del funcionamiento intestinal y la sangre se dirige hacia los vasos dilatados de la musculatura esquelética, aumentando con ello el nivel de glucosa.

En esencia, estos procesos coinciden con el efecto de la adrenalina secretada por la médula suprarrenal. La causa de la similitud se debe, en parte, a que el transmisor desde los cordones simpáticos hacia los órganos efectores es la noradrenalina, un derivado de la adrenalina (son adrenérgicas). Por otro lado, las fibras vegetativas del sistema simpático que emergen de la médula, inervan directamente las glándulas endocrinas suprarrenales. De este modo, el efecto nervioso del sistema simpático, favorece también la producción de adrenalina.

### SISTEMA NERVIOSO PARASIMPÁTICO

En el sistema parasimpático, las neuronas vegetativas están situadas en el tronco encefálico y en la región sacra de la médula espinal. Sus fibras dejan el área del sistema nervioso central junto con los nervios craneales y nervios raquídeos. Su interconexión a las neuronas que inervan los órganos efectores se hace en las áreas cercas a esos órganos, o bien directamente, a través de los ganglios que se encuentran en las paredes de los órganos. El transmisor sináptico es la acetilcolina (son colinérgicas). El sistema parasimpático regula los acontecimientos fisiológicos relacionados con el restablecimiento de las reservas energéticas del organismo. Por eso la acción del parasimpático dirige los procesos metabólicos en dirección al anabolismo. Aumenta el almacenamiento del contenido de glucosa en forma de glucógeno, con esto disminuye, al mismo tiempo, la demanda de oxígeno de los procesos metabólicos. Bajo su efecto se normaliza la función cardíaca, se estrechan los bronquios pulmonares, favorece la secreción de los jugos digestivos y acelera la eli-

minación de las sustancias fecales del sistema intestinal.

Los órganos regulados por el sistema nervioso autónomo, son áreas igualmente inervadas por fibras simpáticas y parasimpáticas. Por eso es que ambos sistemas influyen en su fisiología, El equilibrio dinámico alternante de los dos sistemas, asegura que el medio interno sea estable, pero al mismo tiempo, esté en armonía con los cambios del medio ambiente externo.

### SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO (SNP)

El sistema nervioso periférico está formado por los nervios (cordones de fibras nerviosas) y los ganglios (cuerpos celulares de las neuronas). Los nervios realizan el contacto entre el sistema nervioso central y los órganos inervados por ellos, ya sea directamente o por intermedio de los ganglios. El sistema nervioso periférico está formado por los nervios raquídeos, los nervios craneanos.

El ser humano tiene **31 pares de nervios raquídeos**. Cada uno de ellos entra en contacto con astas de la médula espinal por medio de una raíz posterior sensitiva y una raíz anterior motora. En la parte de las raíces posteriores más cercana a la médula, se encuentra un ganglio constituido por los cuerpos celulares de las neuronas sensitivas. Más adelante, en una sección más lejana de la médula, las raíces anteriores y posterior se unen en un nervio raquídeo único. Con ello, en estos nervios se encuentran tanto fibras nerviosas sensitivas como motoras, transformándose en un nervio llamado mixto. En seguida, los nervios raquídeos se ramifican, cubriendo como una red el organismo completo.

De la superficie de la base del encéfalo salen **12 pares de nervios craneanos**. Con la excepción del nervio óptico y olfatorio, todos ellos se originan en el tronco encefálico. Los nervios ópticos, auditivos y olfatorio sólo contienen fibras sensitivas o aferentes. Otros, por el contrario, como es el caso de los músculos oculares, están formados sólo por fibras motoras o eferentes. Finalmente, entre los nervios craneanos también encontramos nervios mixtos semejantes a los nervios raquídeos; uno de ellos es, por ejemplo, el nervio vago (con fibras sensitivas y motoras) que inerva como una red, los órganos internos (en general, a estas formaciones nerviosas reticulares se les denomina plexos).

El sistema nervioso periférico al no estar protegido por huesos o por la barrera hematoencefálica, es más vulnerable a la exposición a toxinas y daños mecánicos.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- Feneis H. Encéfalo y medula espinal. En: Feneis H. *Nomenclatura anatómica ilustrada*. 3 ed. Barcelona. Masson S.A. 1997: 272-353.
- Putz R., Pabst R. Cabeza, cuello y miembro superior. En: Sobotta *Atlas de Anatomía Humana*. 20 ed. Madrid. Panamericana editorial medica. 1998: 251-362.

