

Guía de estudio integral: Anatomía y Fisiología del Sistema Nervioso

1. Generalidades y la Neurona: La Unidad Funcional

El sistema nervioso se define como una red biológica de alta complejidad encargada de la transmisión de señales electroquímicas entre el encéfalo y el resto de la economía corporal, incluyendo los órganos internos. Su función primordial es la integración y coordinación de actividades vitales tales como la locomoción, la ventilación respiratoria, la función visual, la cognición, la ingesta alimentaria y la actividad sexual. La unidad funcional y estructural de este sistema es la **neurona**. Sus componentes se especializan en funciones metabólicas, de recepción y de conducción:

- **Cuerpo celular (Soma) Función Metabólica:** Centro trófico de la neurona que alberga el núcleo y el material genético. Es el sitio principal de síntesis proteica y mantenimiento de la homeostasis celular.
- **Dendritas Función de Recepción:** Extensiones citoplasmáticas ramificadas que actúan como la zona de entrada de estímulos, recibiendo señales de otras neuronas o células sensoriales para conducirlas hacia el soma.
- **Axón Función de Conducción:** Prolongación cilíndrica delgada que transporta los impulsos eléctricos (potenciales de acción) desde el soma hacia los terminales sinápticos.
- **Vaina de Mielina Función de Conducción/Aislamiento:** Capa lipoproteica formada por células gliales que envuelve el axón. Su función es el aislamiento eléctrico para optimizar y acelerar la velocidad de propagación del impulso.
- **Nódulos de Ranvier Función de Conducción:** Interrupciones periódicas en la vaina de mielina donde la membrana axonal queda expuesta, facilitando la **conducción saltatoria** y minimizando la disipación de la señal.
- **Botones Sinápticos Función de Conducción/Transmisión:** Estructuras distales de la terminal axónica especializadas en la exocitosis de neurotransmisores para la comunicación interneuronal en el espacio sináptico.

2. División Estructural del Sistema Nervioso

Para su estudio anatómico, el sistema nervioso se organiza en un esquema jerárquico que permite diferenciar los centros de mando de las vías de comunicación periféricas:

Sistema Nervioso Central (SNC)

Funciona como el "centro de procesamiento" soberano, integrando la información sensorial y generando respuestas motoras y cognitivas. Se subdivide en:

- **Encéfalo:** Estructura superior que comprende el **Cerebro Anterior**, **Cerebro Medio** y **Cerebro Posterior**.
- **Médula Espinal:** Vía de comunicación caudal contenida en el canal vertebral.

Sistema Nervioso Periférico (SNP)

Comprende el tejido nervioso situado fuera del SNC, vinculando a este último con los efectores y receptores periféricos.

- **Sistema Somático:** Responsable de la interacción voluntaria con el medio.

- Nervios raquídeos (espinales).
- Pares craneales.
- **Sistema Autónomo (Vegetativo):** Regula las funciones involuntarias y la homeostasis interna.
- Sistema Nervioso Simpático (Respuesta de lucha o huida).
- Sistema Nervioso Parasimpático (Estado de reposo y digestión).

3. Anatomía y Fisiología del Encéfalo

Cerebro

Es la estructura de mayor volumen del encéfalo, constituida por dos hemisferios. Su morfología se caracteriza por la presencia de **circunvoluciones (giros)** y **surcos (cisuras)**; esta configuración es una necesidad biológica para incrementar la superficie de la corteza cerebral sin exceder el volumen craneal. El cerebro es el sustrato del movimiento voluntario, el lenguaje, la inteligencia y la memoria. En su profundidad se halla el **Diencéfalo**, el cual actúa como una estación de relevo sensorial, centro de control emocional y regulador homeostático de los sistemas internos.

Tronco Encefálico

Estructura de transición y soporte vital que conecta el cerebro con la médula espinal. Consta de tres segmentos:

1. **Mesencéfalo:** (Cerebro medio) Involucrado en reflejos visuales y auditivos.
2. **Puente (Protuberancia):** Actúa como puente de comunicación entre niveles superiores e inferiores.
3. **Bulbo raquídeo (Médula oblonga):** Contiene centros vitales para la regulación cardíaca y respiratoria.

Cerebelo

Ubicado en la fosa craneal posterior, bajo los hemisferios cerebrales. Es el centro maestro de la **coordinación motora**, el mantenimiento del **tono muscular** y el **equilibrio corporal**, permitiendo la ejecución de movimientos precisos y fluidos.

4. La Médula Espinal

La médula espinal constituye la prolongación caudal del SNC, extendiéndose desde el foramen magno. Histológicamente, presenta una organización inversa al cerebro: una zona central de **sustancia gris** (somas neuronales) rodeada por **sustancia blanca** (axones mielinizados). Un punto de alta relevancia académica es su organización en **segmentos funcionales**, los cuales son estrictamente fisiológicos y **no representables morfológicamente** como unidades discretas a la inspección externa del cordón medular.

5. Sistemas de Soporte y Protección

Las Meninges

Son membranas de tejido conectivo que brindan protección mecánica y química al SNC. Su clasificación clínica es la siguiente:

- **Paquimeninges:**

- **Duramadre:** La capa más externa, fibrosa y resistente. Está conformada por **dos hojas** (meníngea y endóstica) y se encuentra en contacto íntimo con la bóveda craneal.
 - **Leptomeninges:**
 - **Aracnoides:** Capa intermedia caracterizada por una estructura delicada en red. Presenta las **trabéculas aracnoideas**, filamentos conectivos que cruzan el espacio subaracnoideo.
 - **Piamadre:** Membrana interna, altamente vascularizada y delgada, que se adhiere directamente a la superficie del tejido nervioso, siguiendo cada surco y circunvolución.
- Espacios Meníngeos:**
- **Espacio subaracnoideo:** Comprende entre la aracnoides y la piamadre; contiene el líquido cefalorraquídeo.
 - **Espacio subdural:** Espacio virtual entre la duramadre y la aracnoides que permite cierto grado de movilidad mecánica, reduciendo el impacto de movimientos bruscos.

Sistema Ventricular

Cavidades internas del encéfalo destinadas a la circulación del LCR:

- **Ventrículos laterales (1 y 2):** Situados en los hemisferios cerebrales; comunican con el tercer ventrículo mediante el **Foramen Interventricular (Agujero de Monro)**.
- **Tercer ventrículo:** Ubicado medialmente bajo el cuerpo calloso; conecta con el cuarto ventrículo a través del **Acueducto Cerebral (de Silvio)**.
- **Cuarto ventrículo:** Localizado dorsal al puente y bulbo raquídeo. Se comunica con el espacio subaracnoideo mediante tres salidas críticas: la **Apertura Mediana (Magendie)** y las **Aperturas Laterales (Luschka)**.

Líquido Cefalorraquídeo (LCR)

Fluido incoloro producido principalmente en los **plexos coroideos** de los ventrículos, donde una delgada capa celular filtra la sangre para su formación.

- **Composición:** Agua, glucosa, vitaminas, hormonas, aminoácidos, electrolitos y escasos glóbulos blancos.
- **Funciones:** Amortiguación hidrostática de impactos, eliminación de catabolitos y mantenimiento del microambiente químico neuronal.

Vascularización y Drenaje

El aporte arterial se organiza en dos sistemas principales:

1. **Sistema Carotídeo:** Arterias carótida interna, cerebral anterior y cerebral media.
2. **Sistema Vertebro-Basilar:** Arterias vertebrales, arteria basilar y arterias cerebrales posteriores. El drenaje venoso se efectúa a través de los senos de la duramadre (como el seno sagital superior y el seno recto). Estos convergen en la **Prensa de Herófilo (Tórula)** o confluencia de los senos. Desde este punto, la sangre se dirige hacia los senos transversos y sigmoideos, culminando en la **vena yugular interna** para su retorno a la circulación sistémica.