



PASO 1: Generalidades del Sistema nervioso, Médula espinal y Meninges

Generalidades del Sistema nervioso

El Sistema Nervioso (SN) está formado por tejido nervioso, siendo su principal función la comunicación entre las distintas regiones del organismo, la cual depende de las propiedades físicas, químicas y morfológicas de las neuronas. En general, toda célula cuenta con las propiedades de excitabilidad y conductividad, las que se encuentran particularmente desarrolladas en el tejido nervioso. La excitabilidad es la capacidad para reaccionar gradualmente a estímulos químicos y físicos, mientras que la conductividad es la capacidad de transmitir la excitación, como un impulso desde un lugar a otro.

La base anatómica de las funciones del SN es el tejido nervioso, cuya unidad principal son las células nerviosas o neuronas. Las prolongaciones de estas unidades especializadas (fibras nerviosas) son elementos conductores que permiten la comunicación entre diversas regiones mediante la propagación de impulsos nerviosos. Estas señales se transmiten hacia centros de neuronas o hacia órganos efectores.

Estructuras especializadas ubicadas periféricamente y denominadas receptores se encargan de convertir los diferentes tipos de energía de estímulos del medio (mecánicos, químicos, térmicos, lumínicos), en potenciales eléctricos (transducción). Posteriormente, estos impulsos alcanzan centros superiores y generan patrones neuronales que evocan actividad motora o sensitiva.

La función comunicativa del SN depende además de ciertas moléculas que se liberan en los terminales axónicos donde una neurona se comunica funcionalmente con otra (sinapsis): los neurotransmisores modifican la actividad de las células a las cuales están dirigidos; su acción es local y rápida; los neuromoduladores regulan la respuesta neuronal, pero son incapaces de llevar a cabo la neurotransmisión; las neurohormonas son un producto de secreción de las neuronas hacia el líquido extracelular, a través del cual regulan respuestas en extensas regiones y de forma más lenta. La variedad de interacciones entre las neuronas y su extraordinaria complejidad permiten generar diversas respuestas adaptativas: esta propiedad se denomina plasticidad neuronal.



Las divisiones que se hacen del SN sólo tienen fines descriptivos y didácticos. Anatómicamente se subdivide en Sistema Nervioso Central (SNC) y Sistema Nervioso Periférico (SNP).

El SNC está integrado por una porción contenida en el Cráneo, Encéfalo, y otra alojada en el canal vertebral, Médula Espinal. A su vez, el Encéfalo comprende al Cerebro, Tronco Encefálico (TE) y Cerebelo. Por otra parte, el SNP está integrado por los nervios (y sus ganglios asociados) que ponen en comunicación al SNC con el medio externo: nervios craneales (si se originan desde el Encéfalo), nervios espinales (o raquídeos, que se originan de la ME) y sus ganglios asociados; un ganglio corresponde a un cúmulo de neuronas fuera del SNC. A la vez, el SN puede ser clasificado funcionalmente en Sistema Nervioso Somático (SNS) y Sistema Nervioso Autónomo (SNA).

El SNS abarca todas las estructuras del SNC y SNP encargadas de conducir información aferente (“**sensaciones**” conscientes e inconscientes) e información del control motor (eferencias) del músculo esquelético. En cambio, el SNA lo componen las estructuras encargadas del manejo de aferencias desde las vísceras (generalmente inconscientes; repleción de la vejiga) y del control motor del músculo liso y cardíaco (también inconsciente) mediante la división simpática y parasimpática.

Ver Fig. 1

De este modo, el SN cuenta con vías integradas por neuronas que permiten la recepción y conducción (de forma ascendente) de la información hacia un centro superior que la evalúa y, a partir de ello, elabora una respuesta motora adecuada conducida (de forma descendente) por otra vía hacia el órgano efector correspondiente (músculos, glándulas, etc.).

Ver Fig. 2

Cuando se observa un corte de tejido nervioso se pueden distinguir dos “**sustancias**” que la componen: la Sustancia Gris (SG) y la Sustancia Blanca (SB). La SG corresponde a una agrupación de somas, dendritas, terminales axónicos y sinapsis neuronales rodeados de células de la glía. En cambio, la SB está formada por axones mielínicos y amielínicos, y oligodendrocitos; no contiene cuerpos neuronales.

Además, la SG es ricamente irrigada, mientras la SB lo es en menor grado. La SG puede adoptar diferentes configuraciones: como corteza, es decir, una capa superficial (corteza cerebral, corteza cerebelosa, etc.); como núcleo, cuerpo, lámina, columna, cuerno o formación. De modo similar, la SB también toma distintas disposiciones: fascículo, tracto, cordón, brazo, comisura, lemnisco, bandeleta, pedúnculo, asa o cápsula.



Se emplea el término **neuroeje**, como sinónimo de SNC por la disposición longitudinal del encéfalo y médula espinal, distinguiéndose una porción vertical (ME y TE), y una porción horizontal (cerebro).

En general, las estructuras del SNC se ubican a cada lado de la línea media, presentándose como un sistema simétrico. Algunas estructuras del SNC tienen una organización topográfica de sus partes (organización somatotópica); esto significa que porciones determinadas de estas estructuras se asocian a porciones específicas del cuerpo. Por ejemplo, porciones de la vía visual se relacionan topográficamente con porciones específicas de la retina (retinotopía); de la misma manera, porciones de la vía auditiva se organizan funcionalmente según diferentes tonos (tonotopía).

Durante el desarrollo del SNC, la expansión anterior del tubo neural determina la aparición de las vesículas cerebrales, de las cuales derivan las divisiones del encéfalo: el **telencéfalo** origina los hemisferios cerebrales; el **diencéfalo** da origen al hipotálamo, tálamo, epitálamo y subtálamo; el **mesencéfalo** origina el mesencéfalo; del metencéfalo se originan el puente y cerebelo; el **mielencéfalo** origina el bulbo.

[Ver Fig. 3](#)[Ver Fig. 4](#)

Cada vesícula se acompaña de su respectiva cavidad ventricular: dos ventrículos laterales en los hemisferios cerebrales, el tercer ventrículo en el diencéfalo, el cuarto ventrículo entre el puente, bulbo y cerebelo. La cavidad ventricular de la vesícula cerebral mesencefálica no se desarrolla, constituyendo la comunicación entre el 3er. y 4to. ventrículo: **el acueducto cerebral**.

La Neurona es la unidad básica del sistema nervioso, base de todas las nociones anatómicas, fisiológicas y patológicas. Consta de un cuerpo o soma y de prolongaciones.

[Ver Fig. 5](#)[Ver Fig. 6](#)

Cada neurona se comunica con otras a través de sinapsis, las cuales facilitan el paso de los impulsos nerviosos. Las neuronas tienen un alto grado de diferenciación celular y una gran excitabilidad y conductibilidad. A diferencia de la mayoría de las células del organismo, las neuronas carecen de capacidad de almacenamiento de energía, por tanto, necesitan un aporte constante de glucosa y oxígeno circulante. Esto explica las consecuencias graves que tiene una disminución considerable del flujo sanguíneo cerebral.

El cuerpo neuronal puede ser redondo, triangular o poligonal según el tipo de neurona (las neuronas del ganglio sensitivo de la raíz posterior son redondas).



El núcleo destaca por ser grande y esférico u ovoideo con un nucléolo, mientras que el citoplasma es abundante en organelos (RER en la forma de cuerpos de Nissl, mitocondrias, REL), elementos del citoesqueleto (neurofibrillas, neurofilamentos) e inclusiones celulares (lipofucsina).

[Ver Fig. 7](#)

Las prolongaciones neuronales permiten la comunicación entre las distintas células, o sea, recibir, transmitir e integrar las señales. Sus dimensiones son muy variables, al igual que sus patrones de ramificación. En la mayoría de las neuronas existen dos tipos de prolongaciones: las dendritas y el axón (cilindroeje).

[Ver Fig. 8](#)

Las Dendritas proveen una gran superficie para la recepción de señales (en menor grado lo hacen el cuerpo neuronal y el cono axónico). En la superficie de las dendritas se observan pequeñas proyecciones (espinas dendríticas) que le confieren un aspecto espinoso; en ellas se realiza el contacto sináptico con otras neuronas y ocurre cierto grado de control de entrada de señales. Por otra parte, la función esencial del Axón es la conducción de los estímulos a otras neuronas o células. Se origina en una prolongación cónica del pericarion, Cono Axónico, y es más largo y delgado que las dendritas. Un axón miélnico es aquel recubierto por una vaina de mielina; este material no conforma parte del axón, sino que es una capa circundante de origen glial.

[Ver Fig. 9](#)[Ver Fig. 10](#)

La vaina de mielina es determinante de la velocidad de propagación de los impulsos nerviosos, de manera que los axones miélnicos conducen a mayores velocidades que los amielínicos. A lo largo del axón pueden originarse colaterales axonales, que a diferencia de como ocurre en las dendritas, forman ángulos rectos. Pueden llegar a formar sistemas tan ramificados y complejos que superan al árbol dendrítico y son capaces de contactar con muchas neuronas. Esto permite que una neurona se comunique con muchas neuronas a la vez, lo que origina una multiplicación anatómica (de vías) y fisiológica (de información): este es el principio de divergencia. Por otra parte, terminales y colaterales axónicas de varias neuronas pueden contactar con un cuerpo neuronal, de manera que ocurre una suma espacial (principio de convergencia).

Las células de sostén del SNC se agrupan bajo el nombre de neuroglías o células gliales. Son 5 a 10 veces más abundantes que las propias neuronas. Existen varios tipos de células gliales: astrocitos, oligodendrocitos, microglías, glías radiales, células satélites, células de Schwann y células del epéndimo.



A pesar de ser consideradas básicamente células de sostén del tejido nervioso, existe una dependencia funcional muy importante entre neuronas y células gliales. De hecho, las neuroglías cumplen un rol fundamental durante el desarrollo del sistema nervioso, ya que ellas son el sustrato físico para la migración neuronal. También tienen una importante función trófica y metabólica activa, permitiendo la comunicación e integración de las redes neurales. Cada neurona presenta un canon de recubrimiento glial complementario a sus interacciones con otras neuronas, de manera que sólo se rompe el entramado glial para dar paso a las sinapsis. De este modo, las células gliales parecen tener un rol fundamental en la comunicación neural. Las células gliales son el origen más común de tumores cerebrales (gliomas).

Los Astrocitos son las neuroglías más grandes, su forma es estrellada, y existen dos tipos especializados: Astrocitos tipo I y tipo II. Los astrocitos tienen importantes funciones en el SNC: forman parte de la barrera hematoencefálica que protege al SNC de cambios bruscos en la concentración de iones del líquido extracelular y de otras moléculas que pudiesen interferir en la función neural; son importantes almacenes de glucógeno y su función es esencial debido a la incapacidad de las neuronas de almacenar moléculas energéticas; además, conservan los neurotransmisores dentro de las hendiduras sinápticas y eliminan su exceso.

Los Oligodendrocitos poseen un cuerpo celular pequeño y menor cantidad de prolongaciones y menos ramificadas que los astrocitos. Los oligodendrocitos interfasciculares son las células responsables de la producción y mantenimiento de la mielina en los axones del SNC. Se disponen en columnas entre los axones de la sustancia blanca. Las prolongaciones tienen forma de lengua, y cada una de ellas se enrolla alrededor de un axón originando un segmento internodal de mielina. Por tanto, un oligodendrocito puede originar segmentos internodales de varios axones a la vez, a diferencia de las células de Schwann. Al igual que en el SNP, la vaina de mielina está interrumpida por los nodos de Ranvier.

[Ver Fig. 11](#)

La Microglia está dispersa en todo el SNC en bajo número. Son células pequeñas con prolongaciones retorcidas de corto alcance. En las zonas de lesión, las microglías se dividen, aumentan de tamaño y adquieren facultades fagocitarias: su función es eliminar las células dañadas y la mielina alterada. Se consideran parte del sistema fagocítico mononuclear.

El Epéndimo es una capa de células cuboideas que reviste los ventrículos cerebrales y el conducto central de la ME. Sus características morfológicas y funcionales se relacionan con el transporte de



fluidos. En distintas localizaciones del encéfalo, las células ependimarias se modifican para formar el epitelio secretor de los plexos coroideos.

Médula espinal

La Médula Espinal es la parte del SNC que se aloja en el canal vertebral, desde el foramen magno hasta el borde superior del cuerpo de L2. Tiene forma cilíndrica y su aspecto externo es blanquecino debido a que superficialmente está compuesta de fibras nerviosas mielinizadas. Su longitud varía en los diferentes individuos, pero en general se observa un promedio 45 cm; de acuerdo a su ubicación, se le distinguen 5 porciones: Cervical, Torácica, Lumbar, Sacra y Coccígea. Cada una de estas porciones está integrada por segmentos medulares superpuestos como una pila de monedas: la Porción Cervical comprende 8 segmentos medulares (mielómeros); la Torácica, 12; Lumbar, 5; Sacra, 5; y la porción Coccígea sólo 1 mielómero.

Cada segmento medular corresponde a la altura de ME que origina un par de nervios espinales (no posee demarcación evidente en superficie). El ancho de la ME varía según la cantidad de fibras que lleven sus tractos. A nivel cervical, precisamente donde se originan las raíces que constituyen el plexo braquial, la ME se encuentra notablemente aplanada en sentido anteroposterior formando un ensanchamiento: la intumescencia cervical (entre las vértebras C3-T2). Asimismo, a nivel lumbar, en donde se origina el plexo lumbosacro, la ME presenta la intumescencia lumbosacra (entre T10-L2).

[Ver Fig. 12](#)

El extremo inferior de la ME termina en forma de cono (cono medular) de cuyo vértice se desprende una prolongación conjuntiva filiforme, el Filum Terminal. Este desciende en medio de la cauda equina hasta unirse a la cara posterior de la primera o segunda vértebra coccígea, fijando el extremo inferior de la ME.

Dado que la duramadre forma un fondo de saco a la altura de S2, se distinguen en el filum terminal, 2 porciones: porción pial, recubierta sólo por piamadre y dispuesta entre el cono medular y S2; y porción dural, recubierta además por duramadre (caudal al fin del saco dural), entre la segunda vértebra sacra y



la primera o segunda coccígea. Entre el cono medular y el fondo del saco dural (a nivel del borde inferior de S2), el espacio subaracnoideo sólo contiene la cauda equina flotando en el Líquido Cerebro Espinal (LCE). Por tal razón, esta es la zona con menos riesgo para efectuar una punción lumbar (colectar muestra de LCE). Al conjunto del filum terminal y las raíces dorsales y ventrales correspondientes a los segmentos medulares lumbares, sacro y coccígeo que corren verticalmente bajo el cono medular (en busca de su agujero intervertebral para abandonar el canal vertebral), se les denomina cauda equina por su notable parecido a una **"cola de caballo"**.

Al desprender las meninges que cubren la ME, se observa en ella un tenue surco que recorre la línea mediana posterior (surco mediano posterior) y una fisura profunda que va por la línea mediana anterior (fisura mediana anterior). Ambos elementos dividen a la ME en dos mitades relativamente simétricas.

Ver Fig. 13

Los 31 pares de nervios espinales se unen a la ME a través de sus raíces posteriores (sensitivas) y anteriores (motoras); cada raíz consta de un grupo de raicillas que emergen de la altura del segmento medular respectivo.

El lugar donde las raíces posteriores ingresan a la ME está indicado por un surco (surco posterolateral), mientras que el lugar por donde las raíces anteriores emergen de la ME es menos notorio: el surco anterolateral.

Con propósitos descriptivos, se ha dividido cada mitad de la ME en tres columnas de sustancia blanca (cordones o funículos) tomando como límites los diferentes surcos y fisuras: Cordón Posterior, entre el surco mediano posterior y el surco posterolateral; Cordón Lateral, entre los surcos posterolateral y anterolateral; y Cordón Anterior, entre el surco anterolateral y la fisura mediana anterior.

Desde el segmento medular T6 hacia arriba se observa el surco intermedio posterior dividiendo cada cordón posterior en 2 fascículos: grácil y cuneiforme. En la porción cervical de la ME, cada cordones posteriores están divididos por el tabique intermedio posterior, que deja huella en superficie en la forma del tenue surco intermedio posterior.

Es sabido que durante la 12° semana de vida intrauterina, la médula espinal abarca todo el canal vertebral, pero debido al crecimiento distinto de la ella y la columna vertebral, el extremo inferior de la



médula va alcanzando niveles progresivamente más altos: al nacer, la ME está a nivel de L3, pero como el crecimiento vertebral continúa unos años, finalmente la ME alcanza el borde superior del cuerpo de L2 en el adulto. Consecuencia de este crecimiento diferencial es que los segmentos medulares no se corresponden en altura con los segmentos vertebrales del mismo nombre:

- A los segmentos vertebrales de C1 a C3, les corresponde en altura los segmentos medulares C1 a C3, respectivamente.
- A los segmentos vertebrales de C4 a C7, se les suma 1 y se obtiene el segmento medular correspondiente. Por ejemplo, a la vértebra C5, le corresponde el mielómero C6.
- A las vértebras T1 a T6, se les agrega 2 y se obtiene el segmento medular. Por ejemplo, a la vértebra T2, le corresponde el segmento medular T4.
- A las vértebras T7 a T9, se les suma 3 y se obtiene el correspondiente segmento medular. Por ejemplo, a la vértebra T7, le corresponde el segmento medular T10.
- A las vértebras T10 a T12, les corresponde los segmentos medulares L1 a L5.
- A las vértebras L1 y L2, les corresponde los 5 segmentos medulares sacros y el único coccígeo.

Este crecimiento diferencial vertebro-medular implica que las raíces que emergen de segmentos medulares superiores alcanzan su respectivo agujero intervertebral mediante un trayecto corto y horizontal; en cambio, las raíces de segmentos medulares más bajos deben seguir un trayecto más largo y vertical.

En un corte transversal se observa que la Médula Espinal consta de una región central con forma de H, compuesta por Sustancia Gris, y una región periférica de Sustancia Blanca.

Ver Fig. 14

Las prolongaciones posteriores relativamente delgadas de la SG que casi alcanzan el surco posterolateral, se denominan Cuernos Posteriores y cuentan con cabeza, cuello y base; las prolongaciones anteriores anchas, cortas y redondeadas se denominan Cuernos Anteriores, y sólo cuentan con cabeza y base. La disposición tridimensional de los cuernos anteriores y posteriores conforman verdaderas columnas que recorren la altura de la ME para constituir las columnas grises anterior y posterior.



Los cuernos posteriores, funcionalmente somatosensitivos, están formados por neuronas sensitivas que reciben los impulsos que llegan por las raíces posteriores. Los cuernos anteriores, funcionalmente somatomotores, están constituidas por neuronas motoras cuyos axones salen por las raíces anteriores.

Entre los segmentos medulares C8 y L2 existe un pequeño Cuerno Lateral que emerge de la reunión de los cuernos anterior y posterior, y que contiene neuronas viscerales simpáticas (aférentes y eférentes).

En la parte lateral de la base del cuerno posterior de los segmentos cervicales superiores, es difícil distinguir el límite entre la SG y SB debido a que células y fibras nerviosas se encuentran mezcladas: es la Formación Reticular (que se continúa superiormente como Formación Reticular del TE).

Las columnas grises anterior y posterior de cada lado se encuentran unidas por una banda transversal de sustancia gris: la comisura gris. Justo en medio de la comisura gris se encuentra un pequeño conducto lleno de LCE que recorre a la ME: el conducto central o endimario; este suele ser apenas visible o permanecer ocluido con el epitelio cilíndrico ciliado que lo recubre (células del epéndimo). Superiormente, el conducto central se extiende hasta la mitad caudal del bulbo donde se abre en el cuarto ventrículo, e inferiormente termina en el cono medular en una zona ligeramente ensanchada denominada ventrículo terminal. Además sirve de referencia para dividir la comisura gris en dos mitades anteroposteriores: la comisura gris anterior y la comisura gris posterior.

La cantidad de SG presente en los diferentes niveles medulares depende de la cantidad de músculos inervados por ese nivel. Por tal motivo, en los segmentos torácicos los cuernos son delgados y pequeños mientras que en los segmentos cervicales inferiores y lumbosacros, son gruesos ya que contienen las neuronas motoras y sensitivas asociadas a los plexos, braquial y lumbosacro.

[Ver Fig. 15](#)[Ver Fig. 16](#)

La consecuente mayor cantidad de fibras nerviosas involucradas resulta en las intumescencias ya mencionadas.

[Ver Fig. 17](#)

Entre la comisura gris anterior y la fisura mediana anterior existe una banda transversal de sustancia blanca que comunica ambos cordones anteriores, la comisura blanca anterior. Los cordones posteriores están totalmente separados entre sí por el tabique mediano posterior que va desde el surco mediano posterior hasta la comisura gris posterior.



Las neuronas de la SG conforman agrupaciones celulares definidas, ya sea en los cuernos anterior o posterior:

- **Núcleos del cuerno anterior:** La mayoría de las neuronas de las columnas grises anteriores son multipolares, con grandes prolongaciones donde sus axones eferentes alfa forman las raíces anteriores de los nervios espinales encargadas de inervar músculos estriados (motoneurona alfa), mientras que los axones eferentes gamma son las prolongaciones de las neuronas multipolares más pequeñas (motoneuronas gamma) que inervan las fibras intrafusales de los husos musculares.

Los grupos celulares más mediales de la columna gris anterior inervan la musculatura axial, mientras que los grupos laterales inervan los miembros; esto explica la prominencia en la parte lateral del cuerno anterior en los segmentos que originan los plexos, braquial y lumbosacro.

Los grupos celulares que inervan la musculatura proximal de los miembros se disponen medialmente, mientras los que inervan la musculatura distal están más lateralmente.

Ver Fig. 18

Esta es la razón que explica la existencia de lesiones que producen parálisis de un grupo muscular sin afectar a otros. Existen descripciones citoarquitectónicas que nombran una infinidad de grupos columnares, pero ciertamente esto no es de validez ante una aproximación clínica. Es más práctico dividir la columna gris anterior en tres grupos: Lateral, Central y Medial.

1. **El Grupo Lateral** está presente en los segmentos medulares cervicales y lumbosacros e inerva la musculatura de los miembros superiores e inferiores.
2. **El Grupo Central** es el más pequeño y se encuentra en algunos segmentos cervicales y en los lumbosacros: en los segmentos medulares C3, C4 y C5, se encuentra el núcleo frénico que da la inervación del diafragma. En los cinco o seis segmentos cervicales superiores se forma el núcleo accesorio, el cual proporciona la inervación a los músculos esternocleidomastoideo y trapecio.

Los axones de las neuronas que forman el núcleo accesorio originan la raíz espinal del nervio accesorio (XI par craneal).



3. **El Grupo Medial** está presente en la mayoría de los segmentos medulares; sus prolongaciones inervan los músculos del cuello y tronco, incluyendo los músculos intercostales y abdominales.

- **Núcleos del cuerno posterior:** La Sustancia Gelatinosa está formada de pequeñas neuronas que reciben estímulos exteroceptivos de dolor y temperatura (termalgesia) que vienen por las raíces posteriores, y se ubica en los vértices de los cuernos posteriores. Anteriormente a la sustancia gelatinosa (en el cuello del cuerno posterior) se ubica un importante grupo neuronal: el Núcleo Propio.

Este núcleo recibe estímulos propioceptivos a través de fibras provenientes del cordón posterior (sensaciones de posición, movimiento, discriminación espacial y vibración). En la porción medial de la base del cuerno posterior desde el segmento medular C8 hasta L3 o L4, se encuentra el Núcleo Torácico Posterior (o Columna de Clark) que recibe estímulos propioceptivos desde los husos musculares y tendinosos. El Núcleo Intermedio lateral está formado por pequeñas neuronas que ocupan la columna lateral y está presente entre C8 y L2, conformando el Cuerno Lateral de la médula espinal. Se relaciona con la recepción de información visceral aferente que llega por las raíces posteriores, y la salida de axones visceromotores que acompañan a las fibras de las neuronas somatomotoras que constituyen la raíz anterior de la ME.

Basándose en la anatomía microscópica de la médula espinal, la SG se ha dividido en una serie de 10 láminas, denominadas láminas de **Rexed**.

El cuerno posterior incluye las láminas I a VI, la zona intermedia corresponde a la lámina VII, y el cuerno anterior está constituido por las láminas VIII, IX y X. Cada lámina se relaciona con determinadas estructuras: la sustancia gelatinosa se encuentra en la lámina II, el núcleo torácico posterior se encuentra en la lámina VII, etc.

La SB de la Médula Espinal está compuesta por una gran cantidad de fibras nerviosas, neuroglías y vasos sanguíneos. En un corte transversal se observa su disposición alrededor de la SG. Su color se debe a la predominancia de fibras mielínicas sobre amielínicas.



Las fibras nerviosas de la SB se encargan de unir los segmentos medulares entre sí, y a la ME con el Encéfalo. Aunque algunos tractos de la médula espinal se concentran en lugares específicos, se ha demostrado la existencia de áreas superpuestas.

Las fibras de las raíces posteriores que llegan hasta el cuerno posterior presentan distinta morfología según el estímulo que transmiten. Las fibras que transmiten aferencias exteroceptivas son de pequeño calibre y poco mielínicas, mientras que las que llevan impulsos propioceptivos son más gruesas y mielinizadas. Las neuronas que sinaptan con la sustancia gelatinosa son amielínicas. Las fibras de la raíz posterior pueden tomar contacto con las neuronas del cuerno anterior directamente o a través de interneuronas cuyos somas se encuentran en el cuerno posterior. Los axones de las interneuronas cruzan por la comisura blanca anterior para sinaptar con las motoneuronas del lado opuesto (base de los reflejos segmentarios cruzados).

En la ME existen tres niveles fundamentales de organización: se reconoce una organización segmentaria base de las actividades reflejas segmentarias representadas en el arco reflejo patellar, una intersegmentaria que explica los reflejos intersegmentarios como el reflejo de retirada a un estímulo doloroso, y una suprasegmentaria por la cual las actividades medulares son coordinadas por los centros encefálicos.

Las lesiones de la ME tendrán sintomatología relacionada directamente con el nivel de la lesión: una lesión medular cervical ocasionará una tetraplejía (parálisis de los 4 miembros), en tanto que una lesión medular torácica producirá parálisis de los miembros inferiores (paraplejía).

El Reflejo es la unidad fisiológica del SN. Se define como una respuesta motriz de tipo involuntaria que ocurre inmediatamente tras la aplicación de un estímulo en particular, y que puede ser o no consciente. Si la respuesta no es inmediata no puede ser considerada un reflejo. Además, el reflejo parece presentarse y ejecutarse con un fin determinado, y la respuesta se coordina y adapta en vista de tal fin.

Su base anatómica es el Arco Reflejo, cuyos componentes básicos son: un órgano receptor, una neurona aferente, una neurona eferente y un órgano efector. Como este arco reflejo sólo involucra una sinapsis, se denomina arco reflejo monosináptico; por ello, el tiempo entre la aplicación del estímulo y la ejecución del reflejo es muy pequeño (período latente breve), como sucede en los reflejos patellar y corneal. Los



arcos reflejos cumplen importantes funciones, entre ellas, la mantención del tono muscular y, por ende, la postura corporal.

Los reflejos tienen una localización perfecta y estricta, o sea, originan siempre una respuesta que ocurre en el mismo sitio. Se ha demostrado que luego de la descarga normal de la neurona eferente sobre el órgano efector viene un período prolongado de descarga asincrónica. Este suceso se explica por la presencia de colaterales del axón de la neurona aferente que hacen el papel de interneuronas y vuelven a sinaptar con la neurona eferente, produciendo una descarga prolongada luego del impulso inicial.

Luego de ocurrido el reflejo, viene un período refractario en el cual no es posible una respuesta refleja ante un estímulo. Los centros reflejos son muy susceptibles a la hipoxia y a ciertos fármacos, y es por ello que la ausencia o cualquier alteración de la actividad refleja, juega un papel preponderante en el diagnóstico clínico.

Existen dos propiedades de los reflejos medulares que deben considerarse: la ley de la Inervación Recíproca indica que los reflejos extensor y flexor de un mismo miembro no pueden realizarse simultáneamente. Se sabe que la neurona aferente que llega al músculo flexor envía colaterales al músculo extensor para inhibirlo; y el reflejo de Extensión Cruzado: Al provocar el reflejo de flexión en el miembro inferior de un lado, el miembro del otro lado se extiende. Si se estimula alternativamente la planta de un pie y del otro se produce un movimiento de pedaleo. Estas respuestas también han sido observadas en el miembro superior, pero son menos frecuentes.

Los reflejos segmentarios son fuertemente influenciados por centros neuronales superiores a través de los tractos descendentes largos. Así, la sección transversal de la médula espinal involucra la pérdida de estas influencias y causa un estado de depresión funcional de toda la región corporal que depende de los segmentos medulares bajo la sección.

Las fibras de las raíces posteriores no sólo terminan en su segmento medular. Una considerable parte de ellas se bifurcan al penetrar a la médula y se dividen en ramas ascendentes y descendentes que emiten colaterales hacia el asta posterior hasta que ellas mismas terminan en la sustancia gris de segmentos superiores o inferiores. Muchas ramas descendentes se agrupan formando tractos que corren en la columna blanca posterior y establecen conexiones intersegmentarias. Las interneuronas del asta posterior extienden sus axones a la sustancia blanca cerca de la sustancia gris, constituyendo los



fascículos propios. Su interrupción produce trastornos en los reflejos intersegmentarios. Son muy importantes en funciones reguladoras automáticas medulares como los que controlan la micción en segmentos lumbosacros o los que intervienen en el control sinérgico de los músculos respiratorios en la porción superior de la médula espinal.

La organización suprasegmentaria comprende los tractos ascendentes largos que llevan impulsos aferentes a centros encefálicos, y los tractos descendentes largos por los cuales estos centros neuronales superiores influyen en las motoneuronas inferiores.

Meninges

El SNC está recubierto por tres membranas de tejido conjuntivo, las meninges:

Ver Fig. 19

1. **Duramadre:** es una membrana gruesa y resistente formada por tejido conjuntivo denso; se distingue una Porción Craneal que protege al Encéfalo, y una Porción Espinal que se relaciona con el canal vertebral.

La Duramadre Espinal encierra en su interior a la Médula Espinal a forma de un alargado y holgado saco que no contacta directamente ni con la ME ni con el Canal Vertebral. Así, entre el periostio del canal vertebral y la duramadre se dispone el Espacio Epidural que contiene tejido adiposo, el plexo venoso vertebral interno y el ligamento longitudinal posterior; el Saco Dural finaliza a la altura de S2.

Ver Fig. 20

Por otra parte, la Duramadre Craneal tiene dos capas, perióstica y meníngea, que están fuertemente unidas.

La capa perióstica se une laxamente a la cara interna de la calvaria, pero fuertemente en la base craneal.



La **capa meníngea** se repliega formando tabiques que dividen parcialmente la cavidad craneal; la función de estos tabiques es limitar el desplazamiento del encéfalo en situaciones de aceleración y desaceleración asociados a los movimientos de la cabeza.

Estos tabiques son:

- **Hoz del Cerebro**, lámina semilunar ubicada entre los hemisferios cerebrales, que se inserta en el proceso crista galli del hueso etmoides por anterior, y posteriormente se fusiona en la línea mediana con la cara superior de la tienda del cerebelo (otro septo dural). El seno sagital superior transcurre a lo largo de su margen superior, mientras que el seno sagital inferior lo hace en su margen inferior, libre y cóncavo. El seno recto se ubica a lo largo de la fusión de la hoz del cerebro con la tienda del cerebelo.
 - **Tentorio del Cerebelo**, lámina en forma de tienda que cubre al cerebelo, separándolo de los lóbulos occipitales del cerebro. Su borde anterior constituye la incisura tentorial que da paso al mesencéfalo. Se inserta en los procesos clinoides posteriores, borde superior de la porción petrosa del hueso temporal, y en los márgenes del surco para el seno transversal del hueso occipital.
 - **Diafragma Selar**, pequeña lámina circular horizontal que forma el techo de la silla turca. Un pequeño orificio en su centro permite el paso del tallo de la hipófisis, la cual está localizada en este pequeño compartimento.
 - **Hoz del Cerebelo**, pequeño tabique dural dispuesto entre los hemisferios cerebelosos.
2. **Aracnoides**: Delicada membrana translúcida que se fija mediante tensión superficial a la cara interna de la duramadre, y que emite trabéculas conjuntivas hacia la piamadre, determinando el Espacio Subaracnoideo por donde circula el LCE.

Ver Fig. 21

La Aracnoides craneal emite prolongaciones vellosas, granulaciones aracnoideas, en el seno sagital superior y venas del diploe, para el desagüe del LCE; además se verifican numerosas ampliaciones del espacio subaracnoideo a nivel craneal dotadas de escasas trabéculas aracnoideas, las Cisternas Subaracnoideas.



Entre la aracnoides y la duramadre existe un espacio virtual, el Espacio Subdural, posible de evidenciar sólo de forma artificial (hematoma subdural).

Ver Fig. 22

- 3. Piamadre:** Es una delicada lámina de tejido conjuntivo que se adosa a la superficie del encéfalo y médula espinal, y que contiene gran cantidad de vasos sanguíneos.

La Piamadre Craneal contribuye a formar las telas coroideas del tercer y cuarto ventrículo, y los plexos coroideos de los ventrículos laterales, tercero y cuarto. En cambio, la Piamadre Espinal forma los ligamentos dentados, orientados en el plano frontal, que unen la ME con la duramadre espinal; además, forma el tabique intermedio posterior que separa los fascículos grácil y cuneiforme del cordón posterior.

La meningitis es la inflamación de las membranas y el líquido que recubren el cerebro y la médula espinal. Esta inflamación generalmente es producto de una infección, generalmente viral (buen pronóstico, sin secuelas) o bacteriana (asociada a alta mortalidad y graves complicaciones).