

Sistema Nervioso

El sistema nervioso es el órgano de:

- La información: la recibe, la procesa y la genera.
- La conducta, que depende de las llamadas funciones superiores de ese sistema.

El sistema nervioso está formado por células muy especializadas:

- Neuronas y células gliales, las que constituyen el tejido nervioso.
- En el tejido nervioso se organizan vías nerviosas, nervios y tractos, y estructuras nerviosas, como los núcleos y ganglios o capas o láminas de células nerviosas, formados por la acumulación de neuronas.

A pesar de que hay animales que carecen de sistema nervioso (las esponjas), la mayoría de ellos lo presentan. Podemos distinguir tres modelos básicos de sistemas nerviosos:

- Reticular
- Ganglionar o segmentado
- Encefálico, propio de los vertebrados.

El sistema reticular se presenta en animales simples como los cnidarios (hidras, anémonas de mar, corales, medusas) como una red nerviosa ubicada en el cuerpo del animal y a través de la cual fluye la información que se genera por aplicar un estímulo en cualquier punto del cuerpo del animal.

El sistema ganglionar se presenta en animales de cuerpo alargado y segmentado (lombrices, artrópodos). Los cuerpos neuronales se agrupan (centralización) formando ganglios que se ubican, por pares, en los segmentos. Los ganglios se comunican entre sí por haces de axones y hacia el extremo cefálico del cuerpo constituyen un cerebro primitivo.

El sistema encefálico es más complejo y está representado por un encéfalo (cerebro, cerebelo y médula oblongada) encerrado en una estructura ósea (cráneo) y por un órgano alargado, la médula espinal, encerrada en la columna vertebral. Al encéfalo y a la médula espinal la información entra y/o sale a través de los nervios llamados pares craneanos y nervios raquídeos, respectivamente.

Las células del sistema nervioso y su biología

Dos tipos de células se encuentran en el sistema nervioso:

1) Las neuronas:

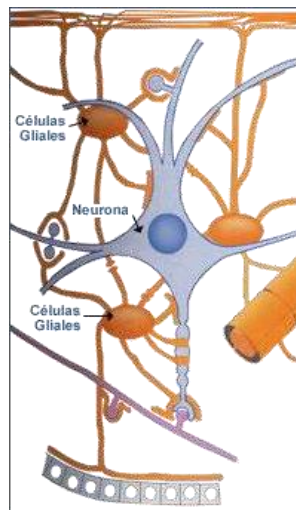
- Son las más características y más estudiadas por la relación de sus propiedades con las funciones del sistema nervioso.
- Existen en enorme número $100\ 000 \times 10^6$, 100 billones.
- Funcionalmente polarizadas. Esto es, reciben información por uno de sus extremos, dendrítico y la entregan por otro, extremo axónico.
- Tienen una enorme capacidad de comunicarse con otras células, especialmente con otras neuronas.
- Una neurona está compuesta por:
 - Las dendritas
 - El cuerpo celular o soma
 - El axón
- Las dendritas y el axón constituyen los procesos neuronales.
- Las dendritas nacen del soma o cuerpo neuronal y pueden ser muy abundantes y ramificadas. Son las que reciben la información.
- El axón nace del soma, en la región del montículo axónico, que se continúa con el segmento inicial del axón que es donde se generan los potenciales de acción.
- Un potencial de acción es una señal de electricidad negativa que viaja por el axón a una velocidad variable, según el tipo de axón, hasta alcanzar la región terminal donde induce liberación de una señal o mensaje químico, el neurotransmisor.
- Los axones pueden ser muy cortos o alcanzar longitudes de más de un metro.
- En algunas regiones, el axón emite una "colateral" (una ramificación) que va a inervar una neurona vecina (por, ejemplo la interneurona de Renshaw) o vuelve a la región del soma, colateral recurrente.

2) Las células gliales:

- Son 10-50 veces más numerosas que las neuronas y las rodean.
- Presentan ramificaciones, a veces muy escasas, y cortas que se unen a un cuerpo pequeño.
- Aunque no se las considera esenciales para el procesamiento y conducción de la información se les atribuye funciones muy importantes para el trabajo

neuronal:

- Soporte mecánico y aislamiento de las neuronas.
- Ellas aíslan el axón, sin impedir el proceso de autogeneración del potencial de acción, con lo que se logra acelerar la velocidad de propagación de esta señal.
- Mantienen la constancia del microambiente neuronal, eliminando exceso de neurotransmisores y/o de sus metabolitos y de iones
- Guían el desarrollo de las neuronas y parecen cumplir funciones nutritivas para este tipo de células.



Bases de la organización anatómica del sistema nervioso

El sistema nervioso central se organiza en relación a dos ejes principales: el rostro-caudal y el dorso ventral. En el sistema nervioso central se distinguen las siguientes regiones principales:

- La médula espinal
- El tronco cerebral (médula oblongada, el puente y el cerebro medio)
- El cerebelo
- El diencefalo o intercerebro
- Los hemisferios cerebrales.

La entrada o salida de información se hace fundamentalmente por la médula espinal a

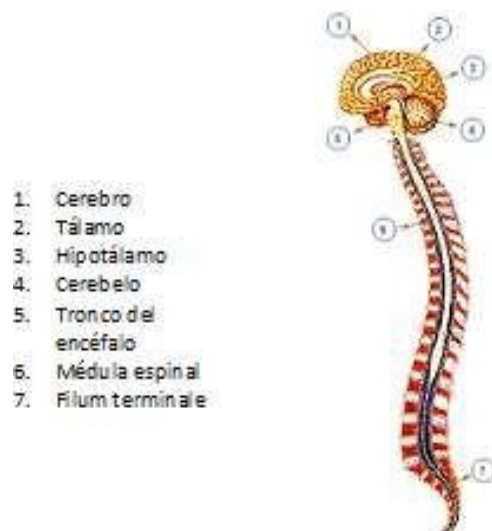
través de los nervios espinales (pares raquídeos) y a través de los nervios craneanos (pares craneanos).

La información sensorial alcanza hasta la corteza cerebral del hemisferio contralateral y los programas motores se originan desde un hemisferio para alcanzar a las motoneuronas espinales contralaterales.

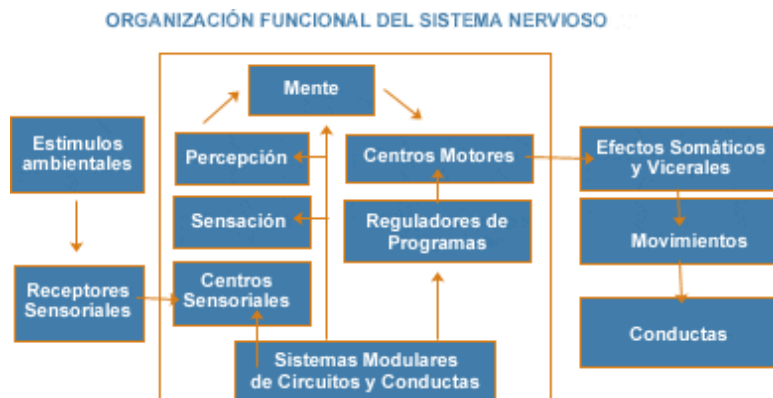
Además de esos sistemas motores y sensoriales se define otro sistema, el motivacional o límbico donde los otros sistemas interactúan.

En los tres sistemas mencionados se cumplen los siguientes principios:

- Hay relevo sináptico
- Cada sistema esta formado por vías diferentes que constituyen subsistemas
- Existe una organización topográfica en cada sistema
- Hay cruce de las vías sensoriales y motoras.



Organización funcional del sistema nervioso



La organización de la estructura del sistema nervioso refleja una clara funcionalidad.

La información entra por los receptores sensoriales y a través de vías sensoriales específicas es llevada hasta centros nerviosos donde es procesada. De este procesamiento surgen la sensación y la percepción.

Pero también la información que llega a los centros nerviosos, al ser procesada en los sistemas cognitivos, genera conocimiento (aprendizaje) parte del cual puede ser almacenado (memoria). De esta manera se genera un conocimiento tanto del medio ambiente como del medio interno.

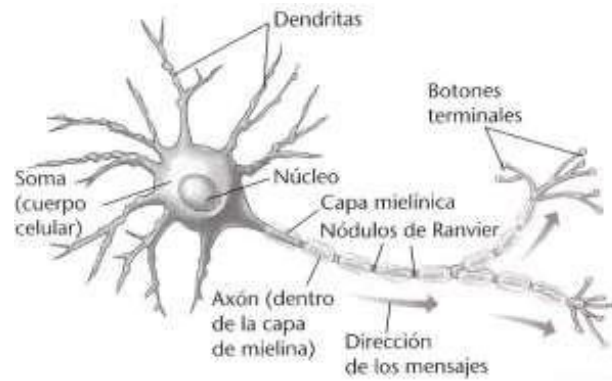
En respuesta al conocimiento generado se producen programas motores que se expresan en forma de diversas conductas que permiten la adaptación de los individuos a sus medios.

Todos estos procesos se identifican estructuralmente con sistemas neuronales propios (sistemas motores, sistemas sensoriales, sistemas cognitivos).

Características y funciones de la neurona

La unidad básica del sistema nervioso es la neurona, una célula especializada que transmite mensajes o impulsos nerviosos a otras neuronas, glándulas y músculos. Las neuronas encierran el secreto del funcionamiento del cerebro y, en consecuencia, de la naturaleza de la conciencia humana. Conocemos el papel que cumplen en la transmisión de los impulsos nerviosos, y también sabemos cómo funcionan algunos circuitos neuronales, pero todavía queda mucho por descubrir sobre el funcionamiento de la memoria, la emoción y el pensamiento, procesos todos ellos mucho más complejos.

Los diferentes tipos de neuronas del sistema nervioso varían enormemente en tamaño y forma, pero todas tienen ciertas características comunes. Del cuerpo celular o soma, salen unas proyecciones denominadas dendritas (de la palabra griega dendron, que significa «árbol»), que reciben los impulsos nerviosos de las neuronas adyacentes. El axón es un tubo estrecho que se extiende desde el soma y que transmite estos mensajes a otras neuronas (o a músculos y glándulas). En el extremo, el axón se divide en un determinado número de pequeñas ramificaciones que terminan en unos pequeños botones llamados terminaciones sinápticas.



El botón terminal no toca la neurona adyacente, sino que hay un ligero espacio entre estos botones y el cuerpo celular o las dendritas de la neurona receptora. Esta unión se denomina **sinapsis**, y el espacio en sí se denomina espacio sináptico. Cuando un impulso nervioso viaja a través del axón y llega a los botones terminales, provoca la secreción de un **neurotransmisor**, una sustancia química que se difunde a través del espacio sináptico y estimula a la siguiente neurona, transmitiendo así el impulso de una neurona a otra. Los axones de muchas neuronas forman sinapsis en las dendritas y el cuerpo celular de una única neurona.

Aunque las neuronas poseen estas características comunes, varían mucho en tamaño y forma. Una neurona de la médula espinal puede tener un axón de 1 o 2 metros de longitud, que vaya desde el final de la médula a los músculos del dedo gordo del pie; una neurona cerebral puede cubrir tan sólo unas pocas milésimas de centímetro.

Las neuronas se clasifican en tres categorías, dependiendo de su función general. Las neuronas sensoriales transmiten los impulsos recibidos por los receptores al sistema nervioso central. Los receptores son células especializadas que se encuentran en los órganos sensoriales, los músculos, la piel y las articulaciones, los que detectan los cambios físicos o químicos y traducen estos hechos en impulsos que viajan a lo largo de las neuronas sensoriales. Las neuronas motoras generan señales originadas en el cerebro o la médula espinal que van a los músculos y a las glándulas. Las interneuronas reciben las señales de las neuronas sensoriales y envían los impulsos a otras interneuronas o a las neuronas motoras. Las interneuronas se encuentran únicamente en el cerebro, los ojos y la médula espinal.

Un nervio es un paquete de axones elongados que comprenden cientos o miles de neuronas. Un único nervio puede estar compuesto de axones tanto de neuronas sensoriales como motoras. En general, los cuerpos de las neuronas se agrupan en el sistema nervioso formando grupos. En el cerebro y en la médula espinal, un grupo de cuerpos neuronales recibe el nombre de núcleo. Cuando un grupo de cuerpos neuronales que se encuentra fuera del cerebro o de la médula espinal se llama ganglio.

Además de las neuronas, el sistema nervioso cuenta con un gran número de células no neuronales, llamadas células de glía, y que están intercaladas entre, y a menudo en torno a las neuronas. Las células de glía son más numerosas que las neuronas en una proporción de 9 a 1 y ocupan más de la mitad del volumen del cerebro. El nombre de glía, derivado de la palabra griega «pegamento», sugiere una de sus funciones, en concreto, el mantener a las neuronas en su sitio. Además, proveen de nutrientes a las neuronas, parecen «mantener el orden» en el cerebro recogiendo y «empaquetando» los productos de desecho, y fagocitando las neuronas muertas y las sustancias extrañas, manteniendo así la capacidad de transmisión de impulsos de las neuronas. De esta forma, las células gliales actúan asistiendo a las neuronas en su función, al igual que el entrenador de un equipo de fútbol, que mantiene a los jugadores hidratados a lo largo del juego.

El impulso nervioso

La información recorre la neurona en forma de un impulso nervioso llamado potencial de acción: un impulso electroquímico que viaja del cuerpo celular al extremo del axón. Cada potencial de acción es el resultado de movimientos de moléculas eléctricamente cargadas, conocidas como iones. La velocidad del potencial de acción en su viaje por el axón puede variar desde 3 a 300 kilómetros por hora, dependiendo del diámetro del axón; los más grandes suelen ser los más rápidos. La velocidad también depende de si el axón está cubierto de una capa de mielina. Esta capa se compone de células gliales especializadas que envuelven al axón, una tras otra, dejando pequeños espacios entre. Estos pequeños espacios se llaman nódulos de Ranvier. La capa de mielina se presenta especialmente en las zonas donde la transmisión rápida del potencial de acción es crítica, como por ejemplo, en los axones que estimulan los músculos esqueléticos. En la esclerosis múltiple, una enfermedad cuyos síntomas aparecen entre los 16 y los 30 años, el sistema inmune ataca y destruye las capas de mielina del organismo, provocando graves disfunciones motoras.

Los neurotransmisores

Se han identificado más de 70 neurotransmisores distintos, y seguramente se descubrirán más. Obviamente, resulta imposible explicar todos los neurotransmisores del sistema nervioso en este capítulo. En cambio, nos centraremos en unos pocos que influyen en la conducta.

Acetilcolina: La acetilcolina está presente en muchas sinapsis del sistema nervioso. Normalmente, es excitadora pero también puede actuar como inhibidora, dependiendo del tipo de molécula receptora que se encuentre en la membrana de la neurona postsináptica. La acetilcolina está presente particularmente en un área del prosencéfalo llamada hipocampo, que juega un papel fundamental en la formación de nuevos recuerdos. Este neurotransmisor es un elemento clave en la enfermedad de Alzheimer, un trastorno devastador que afecta a muchas personas mayores, causando alteraciones en la memoria y en otras funciones cognitivas.

En los pacientes con Alzheimer, las neuronas del prosencéfalo productoras de acetilcolina se degeneran y sintetizan menos neurotransmisor. Cuanta menos acetilcolina se produce, más severas son las pérdidas de memoria.

Norepinefrina: La norepinefrina es un neurotransmisor del tipo de las monoaminas. Es producida en su mayor parte por neuronas del troncoencéfalo. La cocaína y las amfetaminas prolongan la acción de la norepinefrina, ralentizando su reabsorción. Debido a este retardo, las neuronas receptoras se activan durante un periodo más largo de tiempo, lo que produce los efectos psicoestimulantes de estas sustancias. Por el contrario, el litio aumenta la reabsorción de la norepinefrina, lo que deprime el ánimo de la persona. Cualquier sustancia que provoque un aumento o disminución de la norepinefrina en el cerebro está relacionada con la excitación o depresión del estado de ánimo.

Dopamina: La dopamina, también una monoamina, es químicamente muy similar a la norepinefrina. La liberación de dopamina en ciertas áreas del cerebro produce intensas sensaciones de placer, y actualmente se está investigando el papel de la dopamina en el desarrollo de las adicciones. La existencia de demasiada dopamina en determinadas regiones cerebrales puede causar esquizofrenia, y una cantidad insuficiente en otras áreas puede degenerar en la enfermedad de Parkinson. Los fármacos utilizados para tratar la esquizofrenia, como la clorpromazina o la clozapina, bloquean los receptores de la dopamina. Por el contrario, la Ldopa, un fármaco que se receta normalmente para tratar la enfermedad de Parkinson, aumenta los niveles de dopamina en el cerebro.

Serotonina: La serotonina es otra monoamina. Al igual que la norepinefrina, la serotonina juega un papel fundamental en la regulación del estado de ánimo. Por ejemplo, se han asociado unos bajos niveles de serotonina con sentimientos depresivos. Los inhibidores de la reabsorción de serotonina son antidepresivos que aumentan los niveles de serotonina en el cerebro, bloqueando su reabsorción en las neuronas. Fluoxetina, Duloxetina, Escitalopram, son fármacos que se prescriben para tratar la depresión, y que operan como inhibidores de la reabsorción de serotonina. Puesto que la serotonina también es importante para la regulación del sueño y el apetito, estos fármacos también se utilizan en el tratamiento de la bulimia, que es un trastorno alimentario.

Referencias:

Atkinson & Hilgard's (2003) Introducción a la Psicología, Cap. 2, Madrid: Thomson

Pontificia Universidad Católica de Chile UC (s.f.) Organización y estructura del sistema nervioso. [Artículo digital]. Recuperado de: http://www7.uc.cl/sw_educ/neurociencias/html/frame01.html