# FILOGÉNESIS DEL SISTEMA NERVIOSO

Apuntes de Clase

Conocimiento Corporal II

Por:

# Gustavo Ramón S.\*

\* Doctor en Nuevas Perspectivas en la Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (Universidad de Granada).

Docente - Investigador del Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de Antioquia (Colombia).

Correo: gusramon2000@yahoo.es

# 1 FILOGÉNESIS DEL SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso es la parte de los seres vivos que se encarga de controlar todos los procesos de comunicación del animal con el medio externo (sensibilidad), de las respuestas que el mismo animal genera de acuerdo a los estímulos externos (motricidad), de la manera como el sistema controla sus propios procesos internos (sistema nervioso autónomo), entre otras funciones. De acuerdo al estado evolutivo, el sistema se cambió desde uno muy sencillo a otro muy complejo, como es el del ser humano.

En este apartado, analizaremos como el sistema nervioso ha evolucionado a través de las especies, proceso denominado filogénesis. Esto nos permitirá ubicarnos en el sistema nervioso de los seres humanos y su organización anatómica general. En la figura 1 se muestra el árbol genealógico del reino animal.

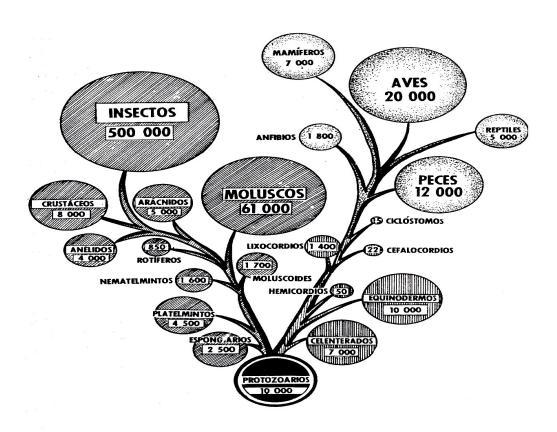


Figura 1. Árbol genealógico del reino animal. Los números expresan los valores aproximados de especies existentes.

En la base del árbol se encuentran los seres unicelulares como son los protozoarios, cuyo representante más conocido es la ameba. En estos seres, la membrana citoplasmática es la estructura que le permite comunicarse e interactuar con el medio externo. En este sentido, la membrana controla la *irritabilidad* (sensibilidad) de la amiba, es decir, en la medida que en el medio externo se presenta algún estímulo relacionado con alimento, la membrana cambia su estructura (se irrita) generando poros que permiten el paso del mismo hacia el interior. Cuando en el medio se presente algún elemento que sea nocivo para la misma, ella generará cambios en la membrana que eviten el posible daño. De esta manera, la ameba lanza seudópodos (estructuras semejantes a pies) y engloba partículas para incorporarlas y luego digerirlas; se desplaza en

sentido contrario a un elemento nocivo; secreta o elimina algo que fue ingerido o metabolizado o segrega alguna sustancia para defenderse de un agresor. Todo lo anterior puede ser resumido como *la conducta de la célula*.

En los espongiarios, cuyo representante es la esponja de mar, las membranas externas presentan células que son capaces de contraerse como respuesta a cambios de presión o de composición del agua que los rodea y que se denominan porocitos (figura 2). Estas células realizan dos funciones: a) responden a estímulos específicos y b) son contráctiles. En este tipo de animales, una célula realiza funciones sensitivas y motoras. A este tipo de sistema nervioso se ha denominado *neuroide*.

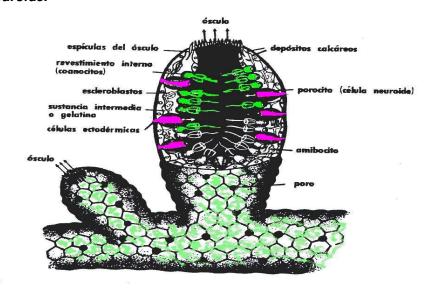




Figura 2. La esponja (celenterados) y una ampliación de la membrana.

En los celenterados, las hidras y las medusas, (Figura 3), algunas de las células de revestimiento de los epitelios se han especializado en reaccionar a unos determinados estímulos externos (células sensitivas o aferentes) y han desarrollado unas prolongaciones que le permiten interactuar con otras células (también ubicadas en la membrana) que también se han especializado, particularmente en contraerse. En los seres mas avanzados de estas especies aparecen otras células que forman unos conglomerados (plexos) que envían a su vez unas prolongaciones para interconectarse con las células ejecutoras o motoras. En estos animales, el sistema incrementa en una célula su sistema nervioso.

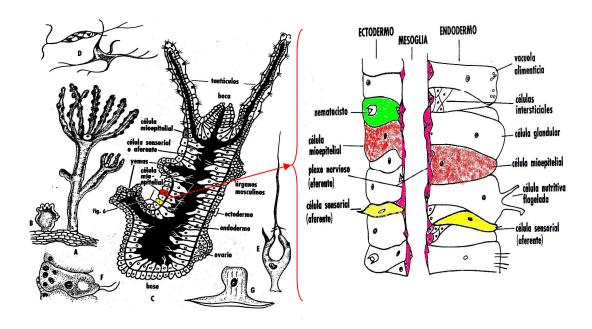


Figura 3. La hidra y un corte de membrana para observar las células que lo constituyen.

En los anélidos, con los vermes a la cabeza (Figura 4), al igual en los artrópodos y en los vertebrados, el sistema nervioso es muy similar. La diferencia con las especies inferiores es la aparición de una nueva célula conocida como *célula de asociación o intercalar.* El sistema está compuesto por los siguientes elementos: a) <u>Las células receptoras o sensitivas</u>, las cuales permanecen en la membrana superficial en contacto con el medio ambiente; poseen prolongaciones para colocarse en contacto con las células intercalares. b) <u>células motoras o</u> eferentes, que están cerca, y c) células musculares, que realizan los movimientos del animal.

En los vermes, las células receptoras permanecen en la superficie y el resto de elementos se agrupa en el interior del organismo, constituyendo lo que se denomina sistema nervioso central.

En los vertebrados, las células receptoras van migrando hacia el interior del organismo y por ende, al sistema nervioso central de manera que sus núcleos células se agrupan en acúmulos conocidos como *ganglios nerviosos*.

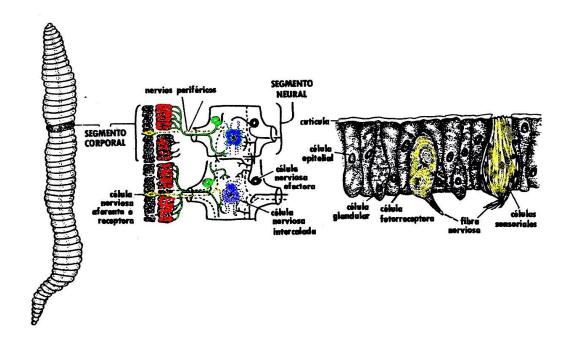


Figura 4. Esquema de la organización segmentaria en la lombriz de tierra (vermes).

A nivel de los vertebrados, el sistema nervioso contiene mas elementos: el receptor periférico, el nervio sensitivo, la neurona sensitiva, la neurona motora y la célula muscular. Esta estructura permite la aparición de una modalidad de respuesta motoras conocidas como *respuesta refleja o motricidad refleja.* 

### Organización horizontal o segmentaria del sistema nervioso.

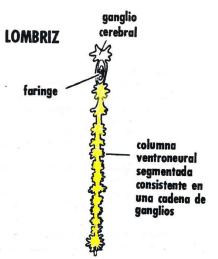
En los gusanos, la organización del animal se hace por segmentos o anillos (Figura 4), los cuales están ubicados unos después de otro. A este tipo de organización se denomina **segmentaria** y está caracterizada por:

- a) Células receptoras, aferentes o sensitivas distribuidas en la parte mas externa del animal, es decir en la piel. Todas estas células envían unas prolongaciones protoplasmáticas hacia el interior del animal a una estructura que se ha denominado ganglio.
- b) Las células receptoras que terminan en el ganglio se contactan con otras células sensitivas que se denominan *neuronas intercaladas*.
- c) Las células intercaladas o de asociación hacen contacto con las células motoras del mismo anillo o con otras de anillos cercanos.
- d) Las células motoras a su vez se interrelacionan con las células musculares, que son la parte final del sistema segmentario.

## Organización vertical

- a) Los ganglios de cada anillo se van intercomunicando mediante cadenas de células sensitivas, de manera que los anillos se van interrelacionando para coordinar la actividad del animal.
- b) En la parte anterior del animal aparece un nuevo conglomerado de células, el cual se denomina *ganglio cerebral*. A este ganglio llegan prolongaciones de células intercalares de todos los segmentos del animal. Desde este modo, el ganglio se convierte en una estructura que coordina la sensibilidad del animal.
- c) El ganglio cerebral emite prolongaciones motoras para cada uno de los segmentos, hecho que le permite dar respuestas integradas y únicas.

## Análisis de la organización vertical y horizontal.



- El cuerpo de la lombriz de tierra está constituido por una serie de unidades llamadas anillos, incluido una mas voluminoso o segmento anterior (Cefálico).
- 2. Cada anillo o segmento corporal tiene una serie de receptores que llevan las sensaciones a un centro nervioso situado en el mismo segmento y de cuyo centro partes prolongaciones o impulsos eferentes o motores para generar respuestas acordes con la sensibilidad. Este mecanismo se convierte en la respuesta motora refleja segmentaria.
- 3. La presencia de células intercaladas en el centro nervioso del segmento posibilita otras respuestas o actividades como:
- a. El impulso sensitivo que proviene de la célula sensitiva periférica o receptora, puede ser ampliado por activación de otro conglomerado de células dependientes de la neurona intercalar.
- b. Genera variabilidad en las respuestas frente a estímulos semejantes.
- c. Los segmentos se pueden integrar generando respuestas de varios segmentos frente al estímulo de un anillo.
- d. El ganglio cerebral o ganglio anterior se convierte en el cerebro primitivo, que no tiene un carácter segmentario sino suprasegmentario, el cual integra tanto las respuestas sensoriales como las motoras.
- e. Este sistema suprasegmentario asegura una mejor distribución, discriminación y análisis de la información recibida por cada segmento del animal así como la integración de un plan general de respuesta que es mas racional y uniforme.

De los vermes en adelante, hasta llegar al hombre, toda la evolución del sistema nervioso está representada por un crecimiento y aparición de nuevas agrupaciones suprasegmentarias bien relacionadas entre si y con el primitivo sistema segmentario.

#### El sistema nervioso en el hombre

En el hombre se mantiene el esquema general de los vermes con modificaciones y variantes. En el embrión humano la segmentación del cuerpo y del sistema nervioso es muy similar. Los segmentos de las extremidades y de la extremidad cefálica son diferentes a la de los vermes pues la distribución segmentaria es diferente.

En el hombre existe sistema suprasegmentario y segmentario. Así, posee receptores sensitivos que se agrupan en ganglios (raquídeos y craneales) escalonados en relación cada uno de ellos con grupos de células intercalares que dimensionan unas áreas o segmentos. Cada raíz posterior con su ganglio constituye un *dermatoma*. Cada segmento que recibe una raíz posterior emite una raíz anterior cuyas fibras se distribuyen por los músculos y las glándulas del segmento corporal, de donde procede la raíz posterior.

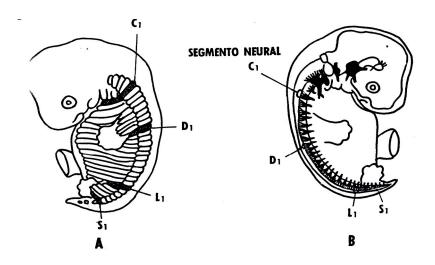
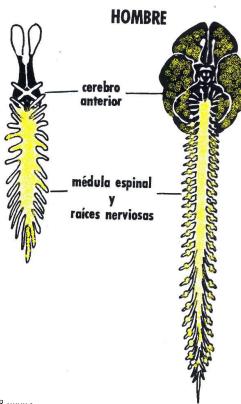


Figura 5. Esquema longitudinal del embrión humano en el cual se muestra la segmentación del cuerpo (A) y del sistema nervioso (B).

Sistema nervioso segmentario.



Todo segmento en el hombre tiene tres sectores o componentes:

- Sector aferente o sensitivo:
  - Receptores
  - Nervios sensitivos
  - Ganglio raquídeo
  - Raíz posterior y sus ramificaciones
- 2. Sector intercalado, de asociación o internuncial, que comprende:
  - Células motoras del asta anterior y lateral
  - Raíz anterior
  - Nervios motores raquídeos o somáticos hasta su terminación en la placa motriz en el músculo estriado
  - Ramos comunicantes blancos y grises, nervios autonómicos y viscerales.

El sistema nervioso segmentario comprende todo el sistema nervioso periférico (ganglios y nervios raquídeos, craneales y viscerales), la médula espinal y la mayor parte del tallo cerebral.

Sistema nervioso intersegmentario.

GRamons

Todo segmento tiene un plan de organización que distribuye la información aferente que llega por medio de la raíz posterior entre un número determinado de segmentos contiguos (posteriores o anteriores). En este caso existen dos maneras:

- a) Mediante células intercaladas, cuyos axones salen de los límites del segmento para terminar en el sector motor o eferente del mismo lado de otro segmento.
- b) Mediante células intercaladas, cuyos axones salen de los límites del segmento para terminar en el sector aferente del lado opuesto de otro segmento.

### Sistema nervioso suprasegmentario

Aparece como un desarrollo posterior del sector intercalado de la extremidad cefálica o anterior del sistema nervioso. Este tipo de organización tan solo es típica de los vertebrados. En el hombre lo constituyen la lámina cuadrigémina, diencéfalo, cerebelo y telencéfalo.

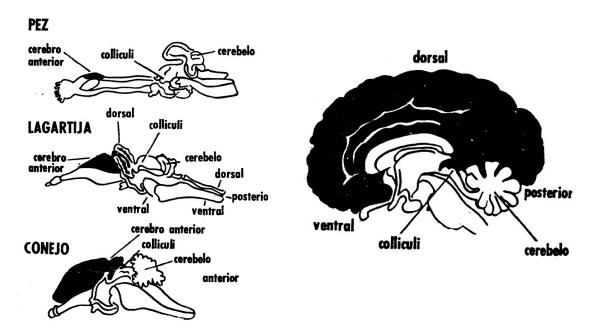


Figura 6. Filogenia del sistema nervioso

El sistema nervioso suprasegmentario es una organización mas nueva filogenéticamente hablando, caracterizado por una encefalización, es decir, el control de la cabeza es un aspecto del animal mas complejo y específico. Esta encefalización está acompañada de una serie de órganos de exploración como lo son los ojos, los oídos, los canales semicirculares.

En esta organización, el sector aferente está representado por neuronas intercaladas suprasegmentarias de cada segmento que le llevan la información por vías preferenciales como son las vías espinotalámicas, espinotectales, espinocerebelosas o específica.

El sector intercalado o de asociación está formado por la mayor parte de los elementos constitutivos de estos órganos. Recibe toda la información segmentaria, la discrimina, la distribuye, analiza y planifica utilizando algunos de los elementos considerados como eferentes.

El sector eferente está representado por los elementos de salida hacia las partes periféricas, ya sea los segmentos o los órganos.