

Sistema Nervioso Central

Al elevarse los bordes laterales, se forman los pliegues neurales, esto es al comienzo de la tercera semana en la placa neural en la región dorsal media. Al desarrollarse los pliegues neurales, se aproximan en la línea media y al fusionarse forma el tubo neural.

Hay 3 dilataciones en el extremo cefálico del tubo neural y estas son las vesículas encefálicas primarias y se dividen en: prosencefalo (**cerebro anterior**) mesencefalo (**cerebro medio**) y romboencefalo (**cerebro posterior**). También se forma 2 curvatura: la curvatura cervical y la curvatura cefálica, una de estas une al cerebro posterior y médula espinal y la otra se encuentra en la región del mesencefalo, respectivamente.

A la quinta semana todavía encontrándonos en el periodo embrionario, se puede observar que el prosencefalo tiene 2 porciones y estas son: **Telencefalo** y **Diencefalo**. Al irnos al romboencefalo encontraremos que este cuenta al igual que el prosencefalo, con 2 porciones que lo constituyen y dichas porciones, son: **Metencefalo** y **Myelencefalo**. Cabe comentar que estas porciones están limitadas por la curvatura protuberencial.

La cavidad del diencefalo es el tercer ventrículo, la cavidad del romboencefalo es el cuarto ventrículo y los ventrículos laterales son de los hemisferios cerebrales. Gracias al Acueducto de Silvio se comunica la luz del mesencefalo al cuarto y tercer ventrículo. Los agujeros ventriculares de Monro comunican con el tercer ventrículo a los ventrículos laterales.

Medula Espinal

Después del cerrarse el tubo neural el cual se forma de células neuroepiteliales, se prolonga por toda la parte gruesa o el espesor de la pared del tubo neural y forma un epitelio pseudoestratificado grueso, y todo en conjunto forma el neuroepitelio.

Las células neuroepiteliales dan otras células llamadas **celulas nerviosas primitivas** o **neuroblastos**. Estas células o neuroblastos son de núcleo redondo y cuentan con un gran tamaño además de ser grueso y con neuroplasma pálido, todo esto se da al cerrarse el tubo neural.

La capa del manto está formada por las células que ya comente en el párrafo anterior y esta capa del manto rodea a la capa neuroepitelial, la capa del manto más tarde forma la sustancia gris de la médula espinal.

Placas Basales, Alares, del Techo y Piso

Hay dos engrosamientos que se dan a los costados o mejor dicho a los lados del tubo neural, estos se dan por la continua adición de las células nerviosas primitivas o neuroblastos a la capa del manto.

A continuación escribire los engrosamientos los cuales son: el **ventral** o **placa basal**, se complementa de de las células motoras de las astas ventrales y forma las astas motoras de la médula espinal, y el engrosamiento **dorsal** o **placa alar**, este solo forma las áreas sensitivas.

Estas dos placas o engrosamiento son separados o delimitados por un surco denominado **longitudinal**. El tubo neural se separa en dos porciones, las cuales también ya han sido comentadas anteriormente, y las cuales son la ventral y dorsal, estas están en la línea media del tubo y son las **placas del techo** y **del piso** respectivamente, y ya que su función es el de servir como vías para las fibras nerviosas que cruzan o atraviesan de un lado de la médula hacia otro pues no tienen posesión alguna de neuroblastos.

Más adelante, habrá un acumulo de neuronas las cuales irán a formar el asta lateral o intermedia, estas tienen

neuronas de la porcion simpatica del S.N. autonomo el cual se situa en L2, L3 de la medula espinal y me parece que a nivel del torax, cabe mencionar que esto es entre las astas sensitiva dorsal y las motoras ventral.

Neuronas

Las celulas neuroepiteliales se dividen y dan a lugar la formacion de los neuroblastos o celulas primitivas ya comentados. Al comienzo cuanta con una **dendrita transitoria** la cual se expande hacia la luz, pero en el proceso de migracion hacia la zona del manto la dendrita desaparece y los neuroblastos toman temporalmente una forma redonda y se vuelven **apolares**. Despues se direfencian y como una espasmo de risa aparece, dos nuevas prolongaciones citoplasmaticas a los costados opuestos del corion y se forma asi el **neuroblasto bipolar**. La prolongacion de un extremo de la celula se prolonga propiamente dicho, con gran rapides y forma el

cilindro eje o axon primitivo, mientras tanto el otro extremo presenta varias arborizaciones citplasmaticas o **dendritas primitivas**.

Para este entonces la celula se llama **neuroblasto multipolar** y dara paso a convertirse en **neurona** gracias al desarrollo ulterior y asi pues, perdera la capacidad de divicion. Los axones en la placa basal cruzan la zona marginal y se mainifiestan en la superficie ventral de la medula espinal.

Un conjunto de estas se llama **raiz motora ventral del nervio raquideo o espinal**, y estas llevan casid ela mano los impulsos motores de la medula espinal hacia el tejido muscular que posteriormente como nos comentaron en histologia, gracias a una sustancia llamada acetilcolina hara que se haga valga la redondancia la contraccion y liberacion del musculo, osea el movimiento.

Los axones de las neuronas del asta sensitiva dorsal (placa ala) tiene diferentes funciones a los de las celulas del asta ventral. Pues estos penetran en la capa marginal de la medula, donde pues ascienden o descienden a otros niveles para dar **neuronas de asociacion**.

Celulas de Glia

Comenzando con que los **Gliobastos** son celulas de sosten primitivos, y pues de que son formado por celulas neuroepiteliales cuando ha terminado la produccion de neuroblastos. Los glioblastos se van desde la capa neuroepitelial hacia la capa del manto y tambien a la marginal. Ya estando en la del manto se diferencian en dos tipos de astrocitos: **astrocitos protoplasmaticos** y **astrocitos fibrosos**.

Hay tambien otras celulas de sosten que estan en un veremos por saber si estas tambien son derivadas de los glioblastos, mas es lo mas posible, estas celulas se denominan **celulas de oligodendroglia**. Dichas celulas las podemos encontrar en la capa marginal, y forman las vainas de mielina sustancia producida en el corion por cierto, y que rodea a los axones ascendentes y descendentes, tambien la mielina sirve de aislante o proteccion del axon de la neurona. Es como en un sistema de cableo electrico, el tubo de plastico que recubre a los alambres, pues esa es la funcion de la mielina.

Tambien esta la **celula de microglia**, que tambien al igual que los astrocitos protoplasmaticos, los fibrosos y las celulas de oligodendroglia son de sosten. Esta celula tiene una gran capacidad de fagocitacion y se deriva del mesenquima. Y cuando las neuroepiteliales dejan de hacer su funcion de produccion salen las celulas endimarias que hacen de tapiz en el conducto central de la medula espinal.

Celulas de la Cresta Neural

Las **celulas de la cresta neural**, las cuales son de origen ectodermico y que forman solo temporalmente una zona intermedia entre el tubo neural y el ectodermo superficial aparecen a los lados de los pliegues neurales

mientras se eleva la placa neural. La zona intermedia se extiende a lo largo del tubo neural así causando que las células de la cresta emigren en forma lateral. Una que otra célula da origen a los **Ganglios sensitivos** o **ganglios de la raíz dorsal** de los nervios raquídeos.

Al paso del desarrollo ulterior los neuroblastos de los ganglios sensitivos presentan las **prolongaciones centripetas** las cuales penetran en la porción dorsal del tubo neural y dicha prolongación se le denomina **raíz sensitiva dorsal del nervio raquídeo**. Y también están las **prolongaciones centrifugas** se unen a las fibras de la raíz motora ventral y contribuyen a la formación del tronco del nervio raquídeo o espinal y terminan en los órganos receptores sensitivos.

Además forman las células de **Schwann**, **células pigmentarias**, **odontoblastos**, **meninges** y **mesenquima** de los arcos faríngeos.

Nervios Epiteliales o Raquídeos

En la cuarta semana aparecen las fibras motoras nerviosas, las cuales forman **las raíces nerviosas ventrales**. Y también **las raíces nerviosas dorsales** y estas hacen un grupo de células que se dan origen en los ganglios de la raíz dorsal (dorsales=dorsal).

Los nervios raquídeos se dividen y forman **ramos primarios dorsales** y **ventrales**. Los dorsales actúan sobre la musculatura axial dorsal, articulaciones intervertebrales y la piel de la espalda. Los ventrales actúan sobre los miembros y la pared ventral del cuerpo, formando así los principales plexos nerviosos (braquial y lumbosacro).

Mielinización

Las **células de Schwann** hacen posible la mielinización de los nervios periféricos. La mielina es producida por el enrollamiento repetido de la membrana de la célula de Schwann alrededor del axón, esta mielina es una sustancia de protección.

La vaina de la mielina se origina de las **célula de oligodendroglia**. Aun cuando ya empezó la mielinización se puede ver que algunas fibras motoras no son mielinizadas por su descenso a la médula espinal y la mielinización ocurre hasta el primer año de la vida posnatal.

Modificación de la Posición de la Médula Espinal

En el tercer mes de desarrollo, la médula espinal se expande en toda la longitud del embrión y así los nervios raquídeos atraviesan los agujeros intervertebrales.

Filum Terminale= prolongación filiforme de la pia madre por debajo de L2 a L3. este **filum** se une al periostio de la primera vértebra del cóccix. Y la **cola de caballo** (**cauda equina**) está formada por fibras nerviosas que están abajo del extremo terminal de la médula.

Orientación Clínica

Una gran mayoría de los defectos que se dan a nivel de médula espinal es porque no se efectúa bien el cierre de los pliegues neurales, esto es en la tercera y cuarta semana del desarrollo. Estas anomalías se le nombra **Defectos del tubo neural** y también puede que lleguen a afectar a las meninges, vértebras, músculos y la piel.

Hay tres tipos de anomalías que se presentan en la médula, estos son **espina bifida** , **espina bifida oculta** y **espina bifida quística**.

Espina bifida: separación de los arcos vertebrales y puede también afectar o no el tejido nervioso subyacente. Este problema se presenta como usted Dra. Jasso menciona en uno por cada 600 nacimientos aproximadamente, lo cual indica que es más común de lo que uno cree.

Espina bifida oculta: mismo defecto de los arcos pero cubierto por la piel y no implica el tejido nervioso subyacente. Este ocurre en la región lumbosacra (L4 a S1) y se caracteriza por vello en la región de la anomalía. Si me permite solo como comentaria, ahora que hago memoria una persona ya no tan apegada a mi persona, sufre de esta anomalía, y al parecer suele también tener en ocasiones cierto dolor al mantenerse bastante tiempo en una misma posición, el abultamiento de la espina no es muy notorio pero la vellosidad si lo es. Para mí era muy normal hasta que empecé este curso de embriología y que me di por enterado de que en realidad no es normal. Mi pregunta hacia usted es la siguiente: ¿ Eventualmente tendrá problemas esta persona ?

Espina bifida quística: defecto del tubo neural severo y así el tejido nervioso o las meninges incluso ambos, hacen protrusión a través de un defecto de los arcos vertebrales y de la piel para dar formación a un saco de semejanza a un quiste. Esta anomalía se da a nivel de la región lumbosacra y como consecuencia trae déficit neurológico y conlleva de la mano el retardo mental.

Encefalo

A los lados de la línea media en el romboencefalo y mesencefalo aparecen las **placas basales y alares**, estas son motoras y sensoriales respectivamente, mas en el prosencefalo las placas alares se acentúan y las basales se regresan.

Prosencefalo

Cerebro Medio

Constituido por **telencefalo** y **diencefalo**, estos dan origen a los hemisferios cerebrales, y participan en la formación de ojos, hipófisis, talamo, hipotalamo y glándula pineal respectivamente. (no se debe poner coma antes de una y porque esta marca ya el final de una serie, mas lo hice para acortar o dividir y no crear la confusión de que las porciones hacen lo mismo)

El prosencefalo va a crecer anteroposterior lateral y al dividirse forma la cisura de Silvio y Rolando.

Telencefalo

Tiene 2 evaginaciones laterales: **hemisferios cerebrales** y una porción mediana, la **lamina terminal**. Los **agujeros interventriculares de Monro**, comunican a los **ventriculos laterales** (cavidades de los hemisferios) con la luz del diencefalo.

Los hemisferios cerebrales se desarrollan al comenzar la quinta semana de vida intrauterina, como evaginaciones bilaterales de la pared lateral del prosencefalo. Hacia la mitad del segundo mes, estos crecen con aspecto estriado y así se ganan su nombre de cuerpo estriado.

La lamina terminal se utiliza principalmente como vía de conexión de las comisuras para los haces fibrosos entre los hemisferios tanto derecho como izquierdo. Al aumento ulterior de los hemisferios cerebrales cubren la cara lateral del diencefalo, mesencefalo y la porción cefálica del metencefalo. Posteriormente el cuerpo estriado también se expandirá y se dividirá en: el **nucleo caudado** y el **nucleo lenticular**.

El crecimiento en continuidad de los hemisferios provoca la formación de los lobulillos frontal, temporal y occipital. Mas sin embargo se produce una hundidura entre los lobulillos frontal y temporal y así se le denomina

insula de Reil.

La corteza cerebral toma un desarrollo a partir del palio y así se puede dividir en: ***Paleopalio*** o ***arquipalio*** (esta zona está lateral al cuerpo estriado)

Y en ***Neopalio*** (entre el hipocampo y el paleopalio).

Mesencefalo

Cerebro Medio

En estas placas basales poseen dos grupos de núcleos motores: ***eferente somático*** (un grupo medial, que se presenta por ***nervios oculomotor*** y ***Troclear***).

Después la capa marginal de cada placa basal aumentará de tamaño y formará el ***pie de los pedunculos cerebrales***. Estos pedunculos servirán de vía para las fibras nerviosas que bajan desde la corteza cerebral hacia los centros inferiores de la protuberancia y la médula espinal. Las placas alares del mesencefalo aparecen en un comienzo en forma de dos elevaciones longitudinales separadas por una depresión no muy profunda en la línea media.

Y continuando en el desarrollo sale un surco transversal el cual divide en un ***coliculo anterior*** y otro ***posterior*** cada elevación longitudinal. Ahora los colículos posteriores son centros sinápticos de relevo para los reflejos auditivos (o sea ayudan a escuchar) y los anteriores de correlación y de reflejos para los estímulos visuales (para ver).

Romboencefalo

Cerebro Posterior

Se forma de ***Mielencefalo*** la vesícula encefálica más caudal y por el ***Metencefalo*** desde la curvatura protuberancial hasta el istmo del romboencefalo.

Mielencefalo

Da origen al ***bulbo raquídeo*** el cual difiere de la médula espinal ya que sus paredes laterales experimentan un movimiento de eversion. Aquí hay una semejanza según lo entiendo entre la placa basal y la médula espinal, puesto que contiene los núcleos motores y estos se dividen en tres grupos: ***Eferente somático, eferente visceral especial y eferente visceral general***.

Eferente somático: tiene neuronas motoras las cuales forman la ***Continuación cefálica de las células del asta anterior***. Y pues como este grupo eferente se va en dirección rostral hacia el mesencefalo se le hace nombrar ***columna motora eferente somática***.

Eferente visceral especial: se extiende hasta el metencefalo y forma la ***columna eferente visceral especial***. Sus neuronas se distribuyen en los ***músculos estriados*** de los arcos faríngeos.

Eferente visceral general: con neuronas motoras, se esparsen en los ***músculos lisos*** del aparato respiratorio, tracto digestivo y corazón.

La placa alar tiene otros tres grupos de ***núcleos sensitivos de relevo*** los cuales son: ***aferente somático, aferente visceral especial y aferente visceral general***.

La placa del techo tiene la **piamadre**. Y en la union de las dos placas se forma la **tela corioidea**. Despues se formara el **plexo corioideo** el cual elabora, hace, crea el liquido cefalo raquideo, y este plexo se formara por las invaginaciones sacciformes.

Metencefalo

Los conforman placas tanto basales como alres. Y se forman dos nuevos componentes: **Cerebelo** mantiene el equilibrio y la postura y Protuberancia sirve de via para fibras nerviosas entre la medula y las cortezas cerebral y cerebelosa.

La placa basal del metencefalo contiene grupos de neuronas motoras: **Eferente somatico** el cual origina al nucleo del **nervio abducens**, el **Eferente visceral especial**, cual contiene los nucleos de nervios **trigemino** y **facial** y por ultimo el **Eferente visceral general**, que sus axones se dispersan en las glandulas submaxilares y sublinguales.

En la capa marginal las placas basales se expanden tanto que sirven de puente para la fibras nerviosas, por consecuencia a esta parte se llama **puente o protuberancia**.

Las placas alares tienen tambien otros tres grupos que son los **aferentes, somatico, visceral especial y el visceral general**.

Cerebelo

Su funcion es la de dar equilibrio y postura. En la curvatura de las placas alares en sentido medial se forman los **labios rombicos**, estos se comprimen en direccion cefalo caudal y forma la **placa cerebelosa** y esta en un embrión de 12 semanas muestra el **Vermis**, y los **hemisferios**, no muy lejos de esto acontece la separacion del **nodulo** del vermis y el **floculolateral** de los hemisferios, se dice que el lobulo **floculonodular** es la parte mas primitiva del cerebelo.

La **placa cerebelosa** se compone de las capas neuroepiteliales del manto y marginal. Despues se forma la capa granulosa externa ya que una que otra celula formadas por neuroepitelio emigran hacia la superficie del cerebelo.

Despues hay una emigracion hacia las celulas de Purkinje de parte de diversos tipos celulares y estas celulas de Purkinje en diferenciacion originan a las **celulas granulosas**.

Las celulas en cesta y las celulas estrelladas provienen de celulas que abundan en la sustancia blanca del cerebelo.

Regulacion Molecular del Desarrollo del Encefalo

Al establecerse la placa neural la separacion del encefalo en las regiones del cerebro anterior, medio y posterior se derivan de los **genes de caja homeotica** manifestados en la notocorda, la placa precordal y la placa neural. El cerebro posterior se divide en 8 segmentos, **los rombomeros**. Estos estan expresados en patrones superpuestos, con aquellos mas cercanos al extremo 3'.

Los genes del extremo 3' se expresan tambien mas temprano con los del extremo 5' asi que se establece un patron de expresion. Despues, estos genes dan un valor posicional a lo largo del eje anteroposterior del cerebro posterior, determinand la identidad de los rombomeros y especificando sus derivados. Los **retinoides (acido retinoico)** pueden participar en la regulacion de la expresion **HOX** (son genes que regulan la forma y el tipo de hueso del miembro)

La deficiencia del ácido retinoico hace que el cerebro posterior sea aunque mal dicho más pequeño. Además hay una respuesta diferencial del ácido por los genes **HOX**, los grupos del extremo 3' son más sensibles que los del 5'.

Los genes que contienen homeodominios, regulan la especificación de las áreas del cerebro anterior y medio. Estos genes a diferencia de los *homeobox* no son de la clase *Antennapedia*. Y debido a esto nuevos genes toman el mando para formar las regiones del encefalo y así evolutivamente constituyen la nueva cabeza.

Los genes **LIM1** y **OTX2** que son expresados también en la gastrulación, y que colaboran en la especificación de la totalidad de la región craneal del epiblasto, son importantes para designar las áreas del cerebro anterior y medio, con **LIM1** manteniendo la expresión **OTX2**.

Ya establecidos los pliegues neurales y los arcos faríngeos, se expresan en un patrón superpuesto como **genes de caja homeótica** accesorios, incluyendo **OTX1**, **EMX1** y **EMX2**, los cuales especifican la identidad de las regiones del cerebro anterior y medio. Ya establecidos estos límites, aparece el **rebordo neural anterior** (en la unión del borde craneal de la placa neural y ectodermo no neural) y **el istmo** (entre el cerebro medio y posterior).

Nervios Craneales

Los doce nervios craneales se hacen presentes en la cuarta semana de desarrollo, a excepción del nervio del olfato(I) y el óptico(II) se originan en el tronco del encefalo y de estos solo es el oculomotorio(III)

En las **placodas ectodérmicas** y en las **celulas de la cresta neural**, se dan origen los ganglios sensitivos de los nervios craneales. Estas placodas también tienen placodas nasales, oícas, y cuatro **placodas epibranchiales**.

Las placoda epibranchiales ayudan a la formación de los ganglios de los nervios de los arcos faríngeos. Los ganglios parasimpáticos se derivan de las células de la cresta neural y sus fibras son conducidas por los nervios craneales III, VII, IX y X.

Sistema Nervioso Autónomo

Este sistema se divide en dos partes las cuales son: **simpática y parasimpática**, uno está en la región toracolumbar y la otra está en las regiones cefálica y sacra respectivamente.

Sistema Nervioso Simpático

Ya estando en la quinta semana las células de la **cresta neural** de la región torácica se van a los lados de la médula hacia la región que se encuentra detrás de la aorta dorsal. Los neuroblastos emigran hacia las regiones cervical y lumbosacra y se extienden las cadenas, simpáticas en toda su longitud.

Glandula Suprarrenal

Tiene dos componentes los cuales son: una porción mesodérmica que forma la **corteza** y una porción ectodérmica que origina la **medula**.

Las células mesoteliales situadas entre la raíz del mesenterio y la gónada en desarrollo proliferan y se introducen en el mesenquima subyacente, esto ocurre en la quinta semana de desarrollo, así pues también se diferencian en órganos acidófilos y forma la corteza fetal primitiva de la glándula suprarrenal y luego da paso a que se diferencie en órganos acidófilos y forma la corteza fetal primitiva de la glándula suprarrenal.

Sistema Nervioso Parasimpático

Las ***fibras parasimpaticas preganglionarias*** se derivan de las neuronas del tronco encefalico y la region sacra de la medula espinal. Las fibras de los nucleos del tronco encefalico andan por los ***nervios oculomotor (III), facial (VII) y vago (X)***.