



# Resumen capítulo 18

*Mariana del Carmen Ruiz Domínguez*

*Tercera unidad*

*I-C*

*Biología del Desarrollo*

*Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas*

*Licenciatura en Medicina Humana*

*Comitán de Domínguez, Chiapas a 19 de diciembre de 2024*

# Capítulo 18 Desarrollo del sistema muscular

El desarrollo embrionario del sistema muscular comprende tres tipos de músculos: esquelético, cardíaco y liso. Mientras que histológicamente se divide en: estriado y liso.

Músculo estriado esquelético. Se desarrolla a partir del miotomo de los somites, el cual a su vez se originará del mesodermo paraaxial. Cada fibra de este músculo pasa por diversas etapas que son: Se originan a partir de las células miogénicas (mioblasto), después de llevar a cabo la última división celular, se diferenciarán en un mioblasto posmitótico, después surge una alineación celular para dar lugar al miotubo y así dar lugar a la fibra muscular.

El crecimiento muscular estará determinado por diversos factores de crecimiento y por la proteína p21, esta proteína permitirá la síntesis de proteínas contractiles (miosina, actina, troponina y tropomiosina). Los sarcómeros y miotubos se encargan de generar a la fibra muscular madura.

Regulación de la miogénesis. La diferenciación de la célula muscular se da por un conjunto de factores reguladores miogénicos, del dermomiotomo dorsolateral se deberá expresar: el gen MYO-D, y para su activación se necesita de BMP-4 (Bone Morphogenetic Protein 4), dando lugar a la musculatura epimérica, dando como resultado la musculatura hipodérmica. Del miotomo dorsomedial se deberá expresar el gen MYF-5, BMP-4 y WNT para dar como resultado la musculatura epidérmica. Los mioblastos después de la activación pasan a mioblastos posmitóticos, se activa genes de miogénico y MRF-5. Se genera actina y miosina, fusionándose con mioblastos para formar un miotubo.

Se diferencian en miotubos primarios (no existe conexión de axones).

Posteriormente se genera miotubos secundarios (se conectan axones motores).

Existe una alineación de miotubos dando lugar a la fibra muscular, esta se divide en dos tipos: músculo rápido y músculo lento.

Existen células satélites que se encargan de permitir el crecimiento muscular en crecimiento fetal y posnatal.



# Resumen capítulo 2 I

*Mariana del Carmen Ruiz Domínguez*

*I-C*

*Biología del Desarrollo*

*Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas*

*Licenciatura en Medicina Humana*

*Comitán de Domínguez, Chiapas a 19 de diciembre del 2024*

# Capítulo 21

## Desarrollo del sistema respiratorio

Se divide en vías respiratorias superiores (nariz, cavidades nasales, senos paranasales y faringe) y vías respiratorias inferiores (laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos y alvéolos). Su función principal es el intercambio gaseoso. El aire ingresa por las fosas nasales, pasa de la faringe hacia la laringe, conexión con la tráquea bifurcación en dos bronquios principales, división en bronquios secundarios (3 en el pulmón derecho y 2 en el izquierdo) y la ramificación progresiva hasta los alvéolos. La estimulación del crecimiento se debe al IGF-10, que promueve la ramificación bronquial. Los pulmones son órganos esponjosos localizados en la caja torácica, compuestos por células derivadas del endodermo y el mesodermo, están cubiertos por la pleura visceral y la pleura parietal, entre ambas se encuentra la cavidad interpleural con líquido pleural. El intercambio gaseoso ocurre en la membrana alveolocapilar formada por la pared alveolar y la pared capilar pulmonar.

Desarrollo del sistema respiratorio. Comienza en la cuarta semana y finaliza en la infancia. Del proceso frontonasal medial surge la nariz y la cavidad nasal. Mientras que la laringe, tráquea, bronquios y pulmones derivan del primordio respiratorio, una evaginación del intestino anterior. La hendidura laringotraqueal aparece en la línea media del piso del intestino anterior, a la altura de las bolsas faríngeas III, IV y VI, se divide en tres porciones: cefálica, forma el epitelio de la faringe; media, forma el epitelio de la laringe; caudal, da lugar al esbozo respiratorio (tráquea, bronquios, bronquiolos y alvéolos). El ácido retinoico regula la formación del esbozo respiratorio.

Desarrollo de la nariz y cavidad nasal. Aparecen los pliegues nasales como engrosamientos ovales bilaterales del ectodermo, estas se deprimen formando las fóveas nasales. Entre la 5<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup> semana, los procesos maxilares migran hacia la línea media, fusionándose con las prominencias nasales mediales y laterales. Entre la 7<sup>a</sup> y 10<sup>a</sup> semana, las prominencias nasales forman el segmento intermaxilar y las prominencias laterales originan las alas de la nariz. Las fóveas nasales se profundizan, formando los sacos nasales que se unen para crear la cavidad nasal primitiva. La membrana buconasal se rompe en la 6<sup>a</sup> semana, conectando las cavidades nasal y bucal por las coanas primitivas. El tabique nasal surge de las prominencias mediales. Se forma el paladar secundario, fusionándose con el primario y el tabique nasal. Las coanas definitivas en la nasofaringe. Los cornetes superior, medio e inferior se desarrollan en las paredes laterales. El epitelio del techo nasal se especializa para formar el epitelio olfatorio.

Desarrollo de la laringe y la epiglotis. Comienza en la 4ª semana, surge de la hendidura laringotraqueal, una evaginación medial de la pared ventral del extremo caudal de la faringe primitiva (caudal a la bolsa faríngea IV). Derivan del endodermo que recubre la hendidura laringotraqueal el epitelio y las glándulas. El tejido conjuntivo, cartilago y músculo liso, provienen del mesodermo esplácnico que rodea la hendidura. Al final de la cuarta semana, la hendidura laringotraqueal se profundiza para formar el divertículo laringotraqueal, que se alarga y ensancha en su extremo distal para formar la yema broncopulmonar. La formación del tabique traqueoesofágico separa el tubo laringotraqueal del intestino anterior. Los cartilagos laringeos derivan del mesénquima de los arcos faríngeos IV y VI. El mesénquima forma las tumefacciones aritenoides, transformando la hendidura laringotraqueal en un orificio con forma de "T". Entre la 8ª y 10ª semana, ocurre la recanalización de la laringe, formando dos recessos laterales llamados ventrículos laringeos, limitados por los pliegues vocales y pliegues vestibulares. Los pliegues vocales originan las cuerdas vocales. La epiglotis proviene de la eminencia hipobranquial. La tumefacción epiglótica se proyecta hacia la glotis primitiva y da lugar a la epiglotis. Los músculos laringeos derivan de los arcos faríngeos IV y VI son inervados por el nervio vago (X par craneal). La laringe continúa desarrollándose después del nacimiento.

Desarrollo de la tráquea, bronquios y pulmones. Derivan del intestino anterior, a la altura de la 4ª bolsa faríngea. El factor de crecimiento Tbx4 induce la formación del surco laringotraqueal, que separa un esbozo endodérmico del intestino anterior, este esbozo forma el primordio de la tráquea, bronquios y pulmones y crece en el mesénquima esplácnico. La porción cefálica, tráquea, bronquios y bronquiolos; la porción caudal, alvéolos. Al final de la 4ª semana, la yema broncopulmonar crece y se bifurca en yemas bronquiales, que se proyectan hacia los conductos pericardioperitoneales. La semana 5 se forma los bronquios primarios (derecho el más grueso y vertical e izquierdo). La semana 6 se dividen en bronquios secundarios (3 derechos y 2 izquierdos). La semana 7 se forman bronquios terciarios o segmentarios (10 derechos y 8-9 izquierdos). La tráquea se compone por epitelio pseudoestratificado cilíndrico con células, los bronquiolos terminales por epitelio aliado simple, con células de Clara y los sacos alveolares están formados por neumocitos tipo I (células escamosas) y neumocitos tipo II (células cúbicas). El mesodermo esplácnico forma la lámina propia, submucosa, músculo liso y cartilago hialino en la tráquea y bronquios. Los pulmones derivan del esbozo respiratorio, del endodermo surge el epitelio interno y del mesodermo esplácnico es el componente estructural pulmonar. Hoxa-3 a Hoxa-5, EGF-10 y N-myc regulan la ramificación bronquial.

...aríngea (vagal y cardiaca), particip

La morfología entre los pulmones es influenciado por Lefty 1, Lefty 2, Nodal y Pitx 2. Su desarrollo finaliza entre los 8 y 10 años.

**Etapas de la maduración pulmonar.** ETAPA SEUDOGLANDULAR, ocurre entre 12 y 13 divisiones de las vías respiratorias, se forman túbulos respiratorios con epitelio columnar de origen endodérmico, con una apariencia glandular en cortes transversales. El mesénquima circundante comienza a formar vasos sanguíneos paralelos a los túbulos respiratorios. HFH-4 regula la formación y proliferación de túbulos y Genes Hedgehog estimulan la proliferación de células mesenquimáticas. ETAPA CANICULAR, es el crecimiento significativo de los túbulos respiratorios, diferenciándose en bronquios, bronquiolos terminales y bronquiolos respiratorios. Aparecen los primeros sacos terminales o alvéolos primitivos, tapizados por células cúbicas precursoras de los neumocitos. Se establece la membrana alveolocapilar, facilitando el intercambio gaseoso. Producción de surfactante. HFH-4, TGF-1 y HNF3- $\alpha$  regulan la diferenciación celular y la producción de surfactante. ETAPA SACULAR, incremento significativo en el número de sacos terminales, con un adelgazamiento progresivo del epitelio, este originalmente columnar, se diferencia en células planas y cúbicas que son precursoras de neumocitos tipo I y II. Los primeros secretan el factor surfactante y los segundos forman la membrana alveolocapilar, esta membrana se conforma por neumocitos tipo I, lámina basal del alvéolo y del capilar y célula endotelial del capilar. TGF-1 y HNF-3B regulan la diferenciación y producción de surfactante. ETAPA ALVEOLAR, formación de los alvéolos definitivos o bolsas alveolares, al nacimiento existen 20 y 50 millones de alvéolos, se encuentran tapizados por neumocitos tipo I y II, sus paredes alveolares están separadas por tabiques interalveolares. Los bronquiolos respiratorios están formados por células Clara; los conductos alveolares tienen pared delgada con epitelio plano, músculo liso y fibras elásticas, reticulares y de colágeno; los sacos alveolares son estructuras terminales con pared delgada que favorecen el intercambio gaseoso. TGF-1 y BMP-4 regulan la formación y organización de los alvéolos.

**Producción y función del Factor surfactante pulmonar.** La producción inicio entre la semana 24 y 28, los niveles óptimos se alcanzan en la semana 35. Los cuerpos lamelares de los neumocitos tipo II sintetizan el surfactante, se libera mediante exocitosis distribuyéndose en la superficie de los alvéolos. Se compone por: 90% lípidos, 80-90% fosfolípidos, 10% proteínas (A, B, C y D). Función, facilita la expansión alveolar durante la respiración, favorece el intercambio gaseoso eficiente. Factores reguladores: TGF-1 y el gen de la proteína B del surfactante (SP-B).



## Resumen capítulo 22

*Mariana del Carmen Ruiz Domínguez*

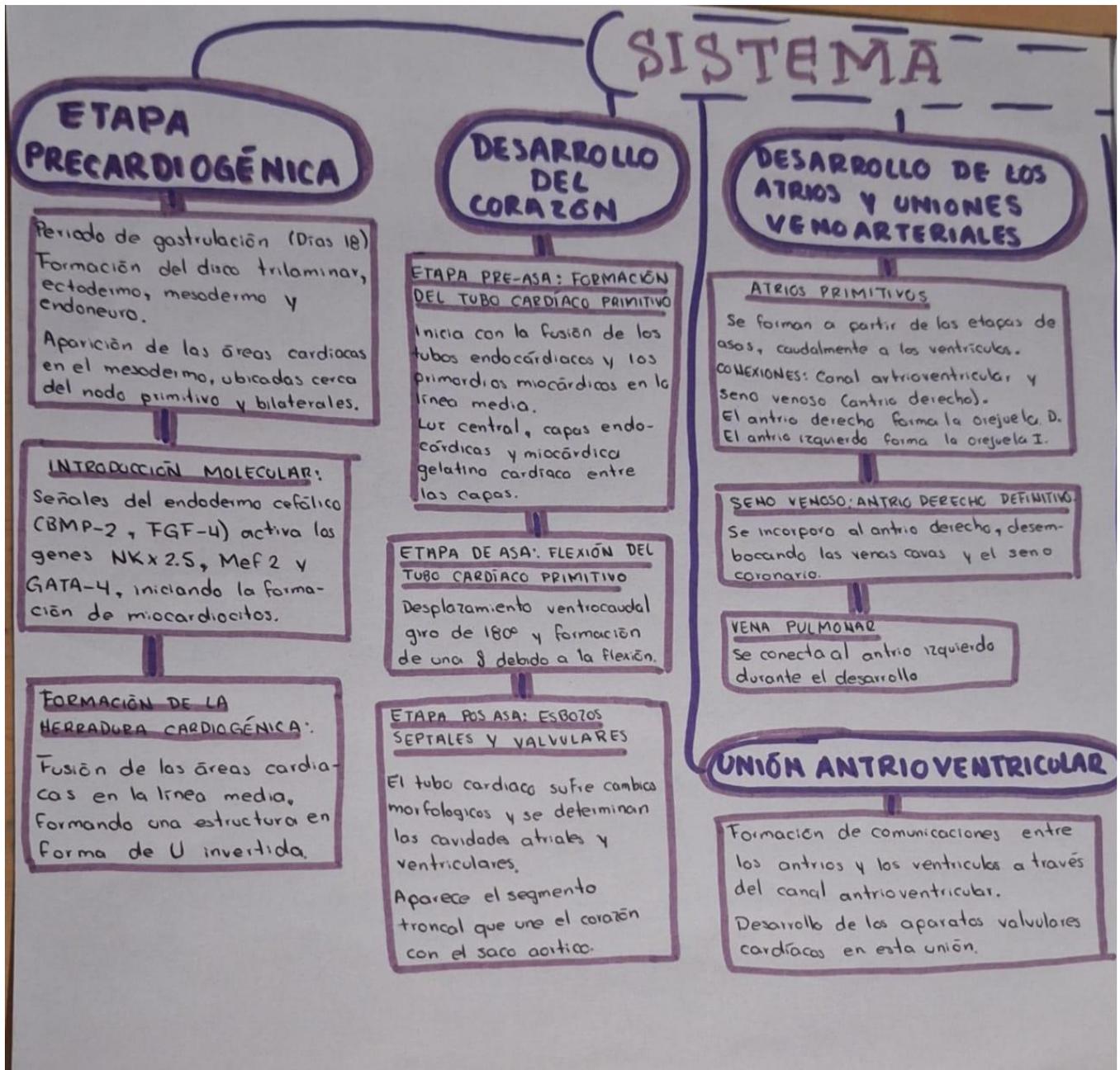
*I-C*

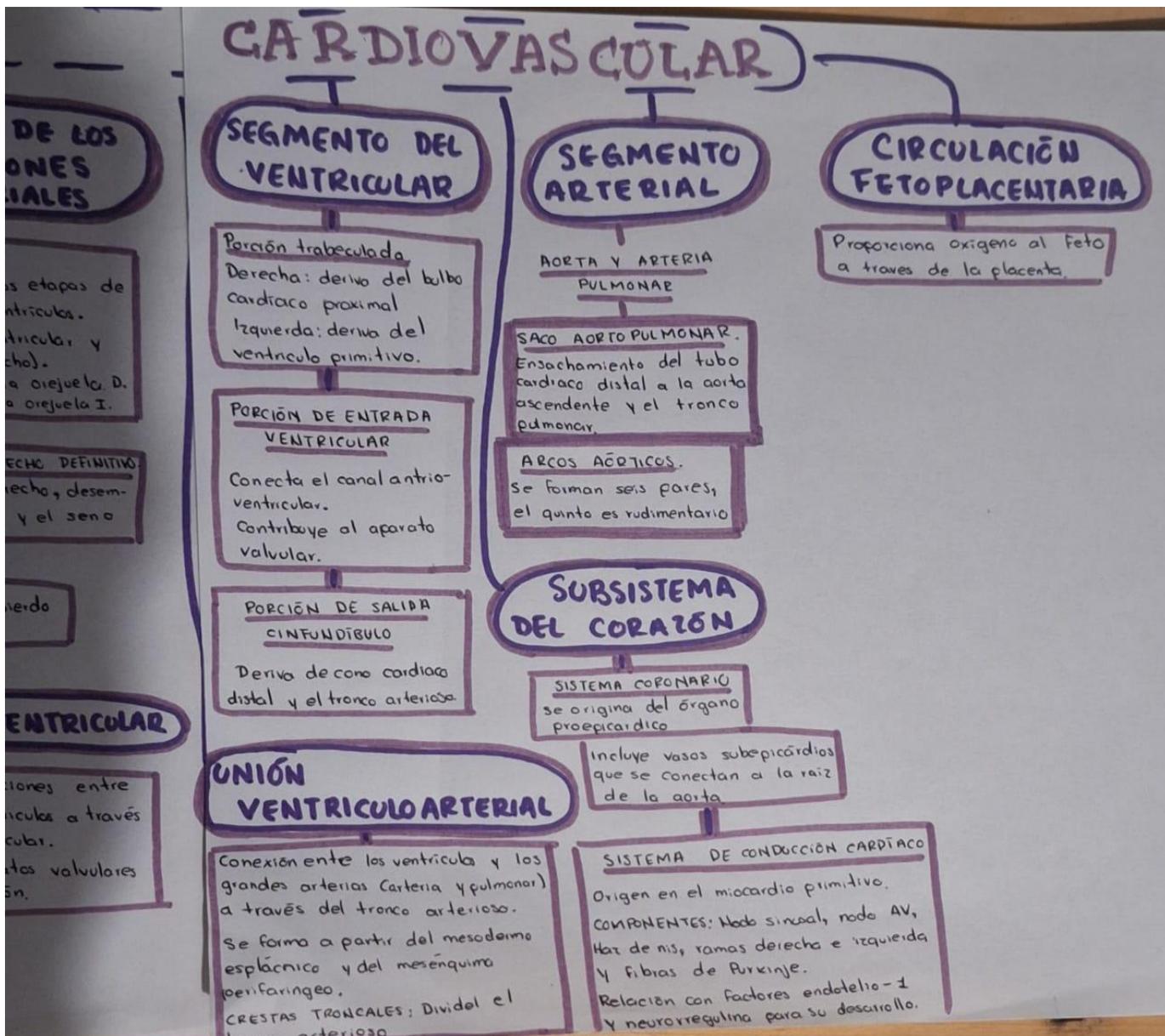
*Biología del Desarrollo*

*Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas*

*Licenciatura en Medicina Humana*

*Comitán de Domínguez, Chiapas a 19 de diciembre del 2024*







# Resumen capítulo 24

*Mariana del Carmen Ruiz Domínguez*

*I-C*

*Biología del Desarrollo*

*Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas*

*Licenciatura en Medicina Humana*

*Comitán de Domínguez, Chiapas a 19 de diciembre del 2024*

# Capítulo 24 Desarrollo del sistema nervioso

Neuroectodermo y Placa neural. La neurulación, inicia en la tercera semana, da origen al sistema nervioso. La notocorda libera nogina y cordina, inhibiendo BMP-4 para diferenciar el ectodermo en neuroectodermo y formar la placa neural. La placa neural, visible desde el día 18, se alarga y se ensancha en la región cefálica (futuro encéfalo) y se estrecha en la caudal (futura médula espinal). Durante su desarrollo, forma el surco neural y los pliegues neurales donde se encuentran las células de la cresta neural, pluripotentes y migratorias.

Tubo neural y Conducto neural. En el día 22, los pliegues neurales se fusionan a nivel cervical formando el tubo neural, con un neuroepitelio en su pared y el conducto neural en su interior, que será el futuro sistema ventricular. El cierre del tubo neural inicia en la región cervical y progresa hacia ambas direcciones. El neuroporo craneal se cierra entre los días 24-26 y el caudal en los días 26-28 finalizando la neurulación y desconectando el tubo neural de la cavidad amniótica. El tubo neural se separa del ectodermo superficial gracias a moléculas de adhesión (cadherinas - E y cadherinas - N). El tubo neural está formado por una cavidad (luz del tubo) y una pared, el neuroepitelio es pseudoestratificado y se extiende entre las membranas limitantes externa e interna. Las primeras células generadas, los neuroblastos forman la zona intermedia, que dará lugar a la sustancia gris, los neuroblastos emiten prolongaciones que conforman la zona marginal, futura sustancia blanca. El neuroepitelio se transforma en la zona ventricular, manteniendo esta organización zonal en todo el tubo neural.

Histogénesis del sistema nervioso central. Se origina principalmente del neuroepitelio del tubo neural, excepto las células de la microglia, que derivan del mesodermo. Las células madre pluripotenciales del neuroepitelio se diferencian en dos líneas primitivas: neuronal genera neuroblastos, que evolucionan de bipolares a unipolares y finalmente multipolares, formando neuronas que establecen sinapsis; glial, producen astrocitos, oligodendrocitos y células ependimarias.

Cresta neural. Se desprende del tubo neural y sus células migran transformándose en mesenquimáticas, contribuyendo al desarrollo de diversas estructuras como el sistema nervioso, corazón, médula suprarrenal, glándulas y tejido óseo. Estas células, denominadas la cuarta hoja germinativa, presenta alta plasticidad y su migración está influida por señales moleculares y del entorno. Se divide en: craneal, forma ganglios craneales, tejido óseo y cartilaginoso, estructura del iris, córnea y arcos faríngeos; Circunfaríngeo (vagal y cardíaco), participa en

el desarrollo cardíaco (válvulas, tabiques) y el sistema nervioso entérico; troncal origina ganglios raquídeos, cadenas simpáticas, médula suprarrenal, melanocitos y células gliales. Durante la cuarta semana, el tubo neural forma las vesículas cerebrales primarias: prosencéfalo (cerebro anterior), mesencéfalo (cerebro medio) y rombencéfalo (cerebro posterior). En la quinta semana, estas se dividen en vesículas cerebrales secundarias: prosencéfalo, telencéfalo (hemisferios cerebrales) y diencéfalo (tálamo, hipotálamo, epitalamo); mesencéfalo permanece sin dividir; rombencéfalo, metencéfalo (puente y cerebelo) y mielencéfalo (bulbo raquídeo). El sistema ventricular es la cavidad interna del tubo neural, donde circula el líquido cefalorraquídeo (LCR), que también protege externamente al sistema nervioso central. Este sistema incluye: ventrículos laterales (I y II) en los hemisferios cerebrales, conectados al tercer ventrículo por los agujeros de Monro; tercer ventrículo en el diencéfalo, conectado al cuarto ventrículo por el acueducto cerebral (de Silvio); cuarto ventrículo en el metencéfalo y mielencéfalo, comunicándose con el conducto ependimario de la médula espinal. El LCR se produce en los plexos coroideos y fluye hacia el espacio subaracnoideo a través de los agujeros de Magendie y Luschka, su función es proteger el sistema nervioso central.

Médula espinal se origina de la porción caudal del tubo neural es una estructura cilíndrica alojada en el conducto vertebral, su pared está formada por sustancia gris (forma de "H") y sustancia blanca. La sustancia gris contiene astas dorsales (sensitivas) y ventrales (motoras). La sustancia blanca formada por axones de neuronas que conectan la médula con el resto del sistema nervioso. La médula se desarrolla a partir de tres capas del tubo neural, capa ventricular origina células nerviosas y gliales; capa intermedia forma la sustancia gris y capa marginal genera la sustancia blanca. Al nacer la médula termina en L2 y L3, en el adulto en D12 y L12, esto provoca que los nervios raquídeos "desciendan" para salir de los agujeros intervertebrales, formando la cauda equina en la región caudal. La médula está protegida por las meninges (duramadre, aracnoides y piamadre). La piamadre forma el filum terminale, que se fija al periostio de la primera vértebra coccígea.

Meninges. Se desarrollan del mesénquima que rodea el tubo neural, la duramadre capa gruesa y resistente y Leptomeninges compuesta por la piamadre y aracnoides. Piamadre, en contacto directo con el SNC, participa en la formación de la tela coroidea y los plexos coroideos, forma el espacio subaracnoideo lleno de líquido cefalorraquídeo, presentan orificios en el cuarto ventrículo que comunican el sistema ventricular con el espacio subaracnoideo. Aracnoides es la capa de en medio, forma las vellosidades aracnoideas que reabsorbe el líquido hacia los senos.

Mielinización de la médula espinal. La mielinización en el sistema nervioso central es realizada por oligodendrocitos, células originadas en la zona intermedia del neuroepitelio. Estas rodean las fibras nerviosas formando capas de mielina, un proceso que inicia alrededor del cuarto mes fetal y concluye durante el primer año posnatal. En el SNP este proceso es llevado a cabo por las células de Schwann. Encéfalo y tallo encefálico se desarrollan a partir de las vesículas cerebrales secundarias (telencéfalo, diencéfalo, mesencéfalo, metencéfalo y mielencéfalo). Su formación comienza en la 5ª semana y la morfogénesis principal se completa hacia la semana 13. Rombencéfalo (cerebro posterior) se divide en mielencéfalo y metencéfalo que forman el tallo encefálico. El mielencéfalo desarrolla el bulbo raquídeo responsable de funciones autónomas (respiración, digestión, ritmo cardíaco) y parte del cuarto ventrículo. En la porción caudal del mielencéfalo, los núcleos gráciles y cuneiformes procesan señales de la médula espinal, mientras que en la porción rostral, se generan las columnas motoras y sensitivas. La zona marginal contiene fibras nerviosas conectando médula y encéfalo. El techo del cuarto ventrículo aloja la tela coroidea y apertura que permiten la salida del líquido cefalorraquídeo.

Metencéfalo. Porción rostral del rombencéfalo, origina el puente y el cerebelo su parte ventral forma el puente, donde las placas alares producen núcleos pontinos, mientras que la cavidad representa la región rostral del 4º ventrículo. Los núcleos motores y sensitivos se organizan en columnas similares al mielencéfalo: motoras, núcleos de los pares craneales VI (abducens), V (trigémino) y VII (facial); sensitivas, núcleos que reciben impulsos de los pares craneales (V, VII y VIII). El cerebelo surge dorsalmente de las labias rómbricas que se fusionan en el segundo mes formando la placa cerebelosa. Esta se divide en porciones craneal (vermis y hemisferios) y caudal (lóbulo floculonodular). Durante el desarrollo, la sustancia gris se dispone exactamente en la corteza cerebelosa, mientras la sustancia blanca queda interna. Plexos coroideos, formados por la tela coroidea (techo ependimal y piamadre), producen el líquido cefalorraquídeo. Este fluido circula hacia el espacio subaracnoideo a través de tres orificios en el cuarto ventrículo y es absorbido por las vellosidades aracnoideas en los senos venosos. Mesencéfalo conecta el diencéfalo con el metencéfalo y participa en la visión y audición. Sus placas alares forman los colículos superiores (visuales) e inferiores (auditivos). Las placas basales organizan los núcleos de los pares craneales III y IV y los núcleos parasimpáticos de Edinger - Westphal. Contiene el acueducto cerebral (de Silvio) y ventralmente los pedículos cerebrales con fibras nerviosas importantes. Se divide en: techo (colículos), segmento (núcleos y acueducto) y región peduncular.

Referencia bibliográfica:

Arteaga. M., y García. P. (2013). Embriología del desarrollo y biología del desarrollo. En: Editorial Médica y Panamericana. 248: 296