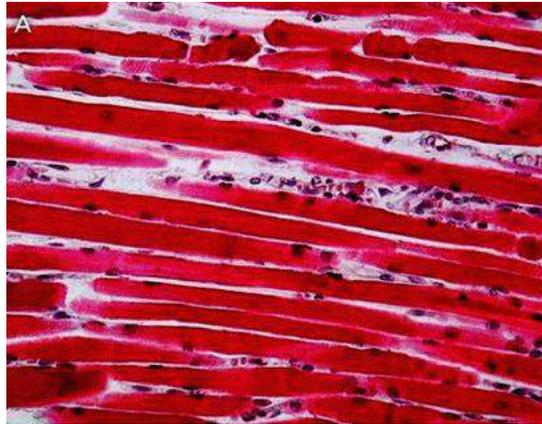


**“Desarrollo del sistema muscular”**



**PRIMER SEMESTRE**

**Biología del Desarrollo**

**“1:D”**

**ALUMNa:**

**POLET ALEJANDRA VÁZQUEZ LÓPEZ**

**CATEDRATICO:**

**Roberto Javier Ruiz Ballinas**

- ①
- Tipos de músculos: Esquelético, cardíaco y liso.
  - Mesodermo: Principal tejido embrionario (mayor)
  - Ectodermo: Algunos músculos se originan
- ② Músculos estriado esquelético

- Se desarrolla a partir del miotomo de los somites se origina del mesodermo paraxial.

- Fibra de músculo estriado pasa por: Mioblasto, mioblasto posmitótico, miotubos y fibra muscular.

- Las fibras son células alargadas multinucleadas núcleos localizados en la periferia, debajo de membrana celular, con estrías transversales, inervados por e

- **Células satélites:** Células miogénicas, actúan como regenerativas, se dividen en una lesión de las fibras e incrementa el número y tamaño de c. musculares después del nacimiento.

- Cada somite se estructura de: dermatomo, miotomo

- Las **células miogénicas** tiene divisiones mitóticas e incrementan, después del ciclo celular pasa a su última división celular y se diferencia en **mioblasto posmitótico**

- Producción de la **proteína p21.**

- La c. muscular sale del ciclo celular → Mioblasto posmitótico inicia la síntesis de proteínas contractiles (miosin y actina) se componen de miofilamentos gruesos y delgados. (miosina y actina)

- en la miogénesis la miosina pasa cambios en composición molecular → miosina (embrionaria, neonatal y adulta).

- Se sintetiza troponina y tropomiosina.

- **Sarcómero:** Unidad fundamental de la fibra muscular.

### Regulación de la miogénesis

- Factores reguladores miogénicos (diferenciación de c. musculares)

- En dermatomiotomo → c. del extremo dorsolateral expresa el gen Myo-D. → Forman la **musculatura hipomérica.**

- Myo-D se expresa si el mesodermo lateral secreta BMP-4 y el ectodermo suprayacente secreta Wnt.

- Gen MYF-5 da origen a la musculatura epimérica.

- MYF-5 se activa si el tubo neural secreta Wnt bajo la influencia de BMP-4.

- Myo-D se activa por Pax-3 y Pax-7.

- Myo-D y MYF-5 activan la miogénesis y BMP-5 (miosin y actina)

- Mioblastos sintetizan actina y miosina. → troponina y tropomiosina

- Meotubulos primarios: y secundarios
- Fibras musculares: músculo lento y rápido.

### Morfogénesis muscular.

- La morfología final depende del tejido conectivo adyacente.
- 5ta semana → metómero de un somite esta dividido en epímero y hipómero.
- Los nervios se dividen en un ramo primario dorsal y otro ventral.
- Mioblastos de epímeros → músculos extensores del cuello y columna vertebral.
- Hipómeros → músculos de las extremidades y pared corporal. → cervical
- M. escalenas, geniohipoideos, prevertebrales → torax y abdomen → intercostales
- Internas, oblicuo mayor y menor, transverso del abdomen → lumbar → axial
- sacrococcigeo → diafragma pelviano y m. estriado del ano.

### ③ M. Liso.

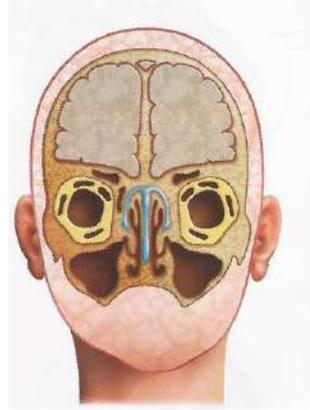
- Se origina del mesodermo esplácnico. mayormente.
- Tubo digestivo y respiratorio → mesodermo esplácnico
- Vasos sanguíneos y piloerectores → mesodermo local.
- M. dilatador, esfínter de la pupila, m. glándulas mamarias y sudoríparas → ecto
- Miocardio: factor de respuesta al vaso de M. liso. y cardíaco.

### ④ M. Cardíaco

- Se origina de la hoja esplácnica del mesodermo lateral.
- Capacidad de contractilidad de forma espontánea.
- Myo-D y otros factores se presentan tardíamente.
- Primeros mioblastos cardíacos se observan miotubullos en su citoplasma
- Los miocitos cardíacos se pueden dividir por mitosis, estos no se fusionan
- Contacto estructural y funcional íntimo mediante discos intercalares y permiten la libre difusión de iones.
- Al desarrollarse forman uniones firmes que las conectan mecánicamente mediante discos intercalares
- Un grupo de células tomará una vía diferente durante su diferenciación.
- Las células aumentan su tamaño pero disminuye el número de miofibrillas y aumenta el glucógeno en el citoplasma.
- Se diferencian en el sistema de conducción.

# Alteraciones del sistema muscular.

- o Secuencia de Poland
  - Ausencia de pectoral menor y pérdida parcial del pectoral mayor.
  - Desplazamiento de pezón, ausencia total de glándula mamaria.
- o Síndrome de abdomen en culeta de paja.
  - Alteración congénita.
  - Abdomen distendido y se aprecia los movimientos peristálticos.
- o Distrofias musculares \* hipotonía
  - Debilidad muscular progresiva
  - Distrofia muscular Duchenne afecta a 1 de 3000 o 4,000 niños se diagnostica a los 5 años.
  - Distrofia muscular Becker tiene una evolución más benigna, inicia entre los 5 y 15 años.
- o Artrogriposis congénita múltiple.
  - Patología no progresiva
  - Limitación del movimiento.



**“Desarrollo del sistema respiratorio”**

**PRIMER SEMESTRE**

**Biología del Desarrollo**

**“1:D”**

**ALUMNa:**

**POLET ALEJANDRA VÁZQUEZ LÓPEZ**

**CATEDRATICO:**

**Roberto Javier Ruiz Ballina**

# Desarrollo del sistema Respiratorio

- Constitución morfológica definitiva:
  - Vías superiores (Nariz, cavidad nasal, senos paranasales y faringe).
  - Vías inferiores (Laringe, traquea, bronquios, bronquiolos, alvéola).
- Aire → Fosas nasales → Faringe → Laringe → Traquea.
  - La traquea se bifurca en 2 bronquios principales.
  - 3 bronquios secundarios (derecho) → 2 bronquios secundarios (izquierda) → Estímulo FGF-10 → bronquios segmentarios → bronquios terminales → bronquiolos respiratorios → Alveolos.
- Tejido de sostén → Mesodermo espláncico.
- Formados por células derivadas del endodermo y mesodermo.
- Cubiertas por pleura visceral y parietal, en medio esta la cavidad interpleural con líquido pleural.
- Intercambio gaseoso → Membrana alveolocapilar →
- Morfogénesis:
  - Inicia en la 4ta semana y termina en la infancia.
  - Aparece la hendidura laringotraqueal (línea media de la III, IV y VI bolsa faríngea).
  - Se divide: Cefálica, media y caudal.
    - Cefálica: Epitelio de la faringe, porción media: al epitelio de la laringe, caudal: evaginación que forma el esbozo respiratorio.
    - Esbozo: Porción cefálica → se alarga → porción caudal → da lugar a los alveolos.
    - Acro retinico → importante en aspecto y localización.
  - La nariz → Porción lateral de la prominencia frontonasal → crestas neurales → placas nasales → fosas nasales → Prominencias nasales medial y lateral → saco nasal primitivo → migración del proceso maxilar → Squamoso por el surco nasolabial → se fusionan → forman el segmento intermaxilar. → Alas de la nariz → Punta

de la nariz → Tabique nasal.

- Foveas nasales profundizan → sacos nasales primitivos
- cavidad nasal primitiva → membrana buconasal
- cornos primitivos → paladar primario. → cornos definitivos
- cornetes superiores, medios e inferiores → epitelio olfatorio.

◦ Laringe y epiglotis

◦ El endodermio de la hendidura da origen al epitelio y glándulas de laringe, traquea y bronquios.

◦ La hendidura forma el divertículo laringotraqueal y forma la yema broncopulmonar y forma el tabique traqueoesofágico.

◦ Cartilagos de laringe originados del mesenquima de los 4 y 6 arcos.

◦ Engrosamientos oxiteropos → ossifican en "T" → glóbulo primitiva.

◦ Pieceras laterales en laringe → ventriculos laringeos → pliegos vocales y vestibulares → tumefacción epiglotica epiglotis

◦ Músculos laringeos → arcos braquiales 4 y 6, innervado d. X.

- Traquea, bronquios y pulmones

◦ Derivan del intestino anterior, 4ta bolsa forengeo

◦ Factor Tbx4 → surco → espesa esbozo endodermico (laringotraqueal).

◦ Yema broncopulmonar → bronquios primarios → secundarios → bronquios segmentarios.

◦ Neumocitos tipo I y II

◦ Traquea → mesodermio esplanico → lamina propia → submucosa → musculo liso y cartilago hialino.

- Pulmones

◦ 4ta semana

◦ Esbozo respiratorio

◦ Origen del mesodermio esplanico.

## - Maduración pulmonar:

- Etapa Seudoglandular, canalicular, sacular y alveolar.
- Genes Hoxa-5, Hoxb-3, Hoxb-4, Hoxb-5 y Hoxb-6.

### Etapa pseudoglandular:

- Semana 5 y 16.
- 12-13 divisiones de vasos aéreos.
- Factor de transcripción → Factor nuclear homólogo-4 del hepatocito.
- \* ◦ Presencia de tubos respiratorios, quereatina glandular, formación de vasos sanguíneos.

### Etapa canalicular:

- Semanas 16-27.
- Crecimientos de los tubos, se observan bronquios y bronquios terminales con mesenquima vascularizado.
- Bronquios terminales y alveolos primitivos, tapizados por c. cubicas, precursoras de neumocitos, membrana alveolar y producción de factor surfactante pulmonar.
- Pasa de pulmón incompatible a la vida a potencialmente viable.

### Etapa sacular

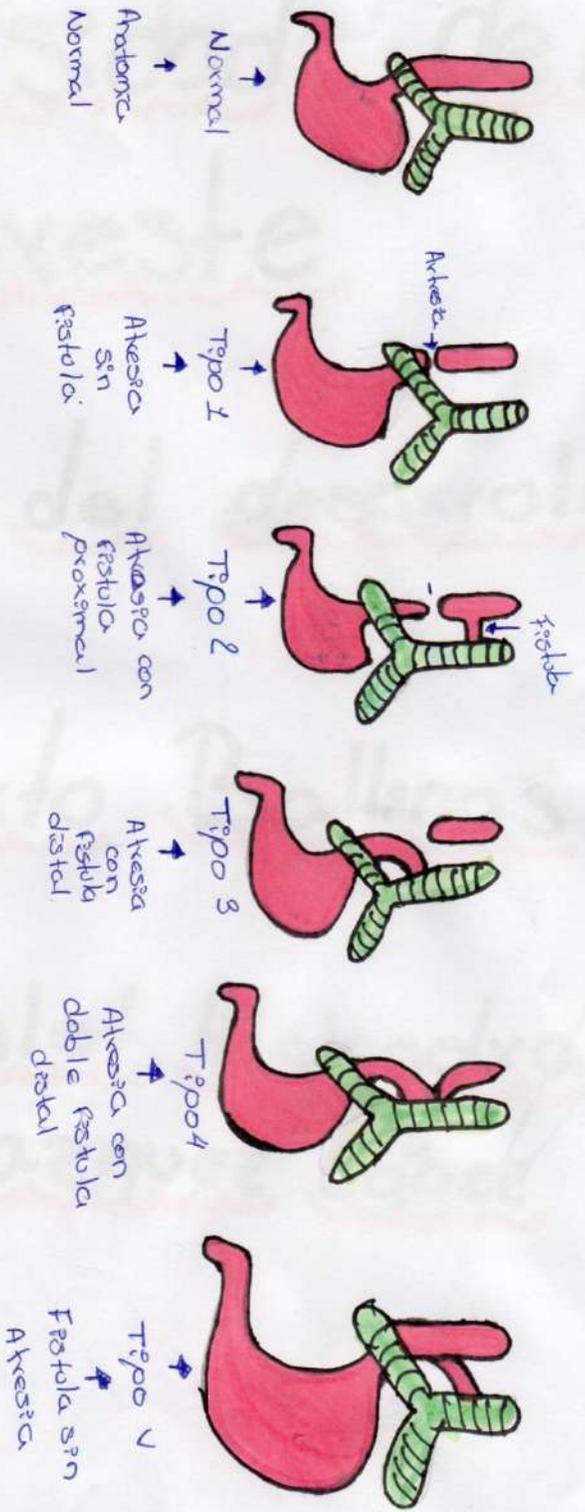
- Semana 26 al término de la gestación
- Incremento de sacos terminales y adelgazamiento de su epitelio (c. planas y cubicas). Se separan por tabiques.
- C. columnares precursoras de neumocitos. Neumocitos II (T<sub>1</sub>) originan a neumocitos I.
- Tipo II → vespas lamelares, aumentan en tamaño y número, síntesis y secreción del factor surfactante pulmonar.
- Tipo I. → Adelgazan y desarrollan la membrana alveolar.

### Etapa alveolar:

- Formación de bolsas alveolares (Período extenso).
- Lobulillos pulmonares → Unidad básica (formado por b. respiratorio, conducto alveolar y saco alveolar).
- Alveolos adyacentes forman al tabique interalveolar.
- Nacimiento 20 y 50 millones Adultos 300 y 800 millones.

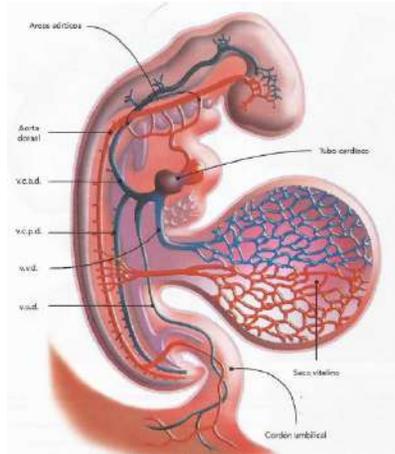
## Anormalidades morfológicas

- Hendidura laríngea: Alteración en la parte rostral del tabique traqueoesofágico.
- Fístula traqueoesofágica: Alteración en tabique traqueoesofágico con la traquea a esófago.
- Anormalidades anatómicas de lobulillos: Inversión o duplicación.
- Agenesia pulmonar: Causada por la alteración del FGF-10.
- Enfermedad por membrana hialina: Diferencia en factores surfactante pulmonar.



**Fistula:** Es una conexión anormal entre la hembra

**Atresia:** Atención en la que un bebé nace con un conducto o válvula ausente o cerrada en alguna parte del esfo.



**“Desarrollo del sistema cardiovascular”**

**PRIMER SEMESTRE**

**Biología del Desarrollo**

**“1:D”**

**ALUMNa:**

**POLET ALEJANDRA VÁZQUEZ LÓPEZ**

**CATEDRATICO:**

**Roberto Javier Ruiz Ballina**

El corazón es el órgano central del sistema circulatorio, es un músculo hueco y se compone de tres capas: endocardio, miocardio y epocardio. Se conforma por 4 cavidades, dos atrios y dos ventrículos, 4 válvulas (mitral, tricuspidé, pulmonar y aórtica). Se separan por 3 tabiques; interatrial (atrios), interventricular (ventriculos) y atrioventricular (ventriculos del atrios). Su irrigación es del seno coronario y tiene un sistema de conducción.

### Etapa pre cardiogénica.

- Se forman las áreas cardíacas que constituyen a la herida dorsal cardiogénica.
- Comienza durante la gastrulación en los días 15 a 18.
- Las áreas cardíacas se ubican en el mesodermo, bilaterales y simétricas, situadas en ambos lados de la línea primitiva.
- Se realiza la diferenciación de las células precardiacas a células cardíacas, mediante señalización de proteína (BMP-2) y FGF4, se expresa NKX2.5, Mxrl, GATA-4 en el mesodermo, se convierten en miocardiocitos. Las áreas cardíacas forman un "U" y da origen a la herida dorsal cardiogénica.

### Desarrollo del corazón en el embrión

- Durante la 4ta semana, se fusionan los primordios miocardiocárdicos y el tubo cardíaco primitivo.

### Etapa pre-Aoa

- Tubulación del embrión (Día 18±1)
- Se forma la placa cardiogénica, esta en forma cefálica, precursora del manto miocardiaco, se diferencia del miocardiaco y endocardiaco.
- El endocardiaco se origina de células de la pared ventral de manto, poseen varios islotes sanguíneos, forman acúmulos angiogénicos, forman los plexos extensos en ambas ramas de la herida dorsal cardiogénica y se crea el tubo endocardiaco primitivo.
- El tubo cardíaco se une con el primordio miocardiaco y forman al tubo miocardiaco (Día 22±1) y se sitúa en la parte del intestino anterior.
- El tubo cardíaco primitivo está formado por 126 células capa delgada de células endocardiacas, y dos o tres capas de células miocardiacas, lo rodean, entre la capa de células endocardiacas y la capa de células miocardiacas.

cardíacas y miocárdicas hay una capa gruesa de amoco extracelular rica de mucopolisacáridos, colágeno y glucoproteínas (gelatina cardíaca o Davis).

◦ El tubo cardíaco queda en la cavidad pericárdica, posteriormente desaparece.

◦ Las células miocárdicas muestran microvellos en su superficie, alta contractilidad, aun sin iniciar la circulación.

◦ Se forma el tubo cardíaco y la cavidad pericárdica primitiva.

◦ El desarrollo del pliegue cervical en el extremo rostral determina el conjunto formado por el tabique transverso - tubo cardíaco - membrana bucofaríngea - pliegues neurales, se desplazan ventrocaudal con giro de  $180^\circ$ , invierte la secuencia rostrocaudal alcanzando posición anatómica definitiva.

◦ El corazón en tubo recto está unido por las ventanas vitelinas, umbilicales y cordales comunes y por el tronco aórtico.

◦ Después comienza a flexionarse hacia la derecha y adelante dando lugar a la asa bulboventricular en el día  $22 \pm 1$ , dando forma de "S" dando paso a la etapa A3C.

### Etapa A3C

◦ El tubo cardíaco sufre un proceso de torsión y rotación para formar al asa bulboventricular.

◦ La cara ventral del tubo se abulta hacia fuera y rota a la derecha y adelante, dando una forma de "C", su concavidad a la derecha y adelante, su convexidad a la izquierda y atrás.

◦ Un arco ventral deja un espacio detrás del tubo cardíaco entre la pared ventral del intestino anterior, unido por el mesocardio dorsal.

◦ Torsión del corazón aumenta progresivamente, acentuándose en forma "C".

◦ Comienza a romperse el mesocardio dorsal, lo cual libera la mayor parte del tubo cardíaco, sufre una torsión en su eje.

◦ Las células endocárdicas se alinean perpendicularmente a la luz del corazón.

◦ Importantes cambios en composición y ultraestructura de la gelatina cardíaca.

El corazón está rodeado caudalmente por el segmento atrial, cefalicamente por el asa bulbouentricular.

### Etapa pos-ASA

- Cambios importantes en morfológica externa e interna
- Determinan las cavidades aurales y ventriculares, quedan ubicadas espacialmente en su posición definitiva.
- Se inicia el desarrollo de los tabiques que la separarán y válvulas que controlan el paso.
- El asa bulbouentricular se acentúa adoptando una forma de "S".
- Las atriás están en posición dorsal al canal en posición cefalodorsal, posterior toma la forma de una "U" transversal.
- Se forma una cresta prominente (Cresta bulbouentricular).
- El segmento troncal une al corazón con el saco aórtico.
- Desarrollan por el mesodermo esplácnico periférrico el desarrollo de los anillos valvulares aórticos y pulmonares, recepción proximal de arterias grandes, infundibulos ventriculares y el orificio de comunicación.
- Aparece la capa visceral del pericardio, expresa la 4.ª integración en la molécula de adhesión UCAM-1.

### Cavidades Cardíacas premetálicas

- Etapa pre-asa: Presente la porción proximal del bulbo cardíaco y el ventrículo premetálico. Surco prospectivos interventriculares derecho e izquierdo.
- Etapa asa: Aparecen 2 segmentos cono y el segmento atrial.
- Etapa pos-asa: Aparece distal de cono, segmento troncal y se conectan pulmonares.

### Estripes o Imágenes celulares del corazón.

- Se forma de 4 diferentes estripes.
- 1. Células de la heradura cardiogénica, 2 células del mesenquima periférrico, 3, células de las crestas neurales craneales y células del órgano proepicardico.

### Gelatina cardíaca

- Es una matriz extracelular, se va poblando de células mesenquimales, de origen endocardiaco.

## Desarrollo de los atrios y uniones venocentrales

### Atrios primitivos

- Aparecen en la etapa de asa (Día 22-1)
- Atrio primitivo derecho e izquierdo, continúan rostralmente con el ventrículo primitivo, pasando por el canal atrioventricular.
- En su porción dorsocaudal reciben al seno venoso, el cual desemboca por el orificio sinusal.
- Etapa pos-asa temprana: segmento cordaco se sitúa en posición dorsal respecto al ventrículo primitivo.
- Los atrios alcanzan una posición cefalodorsal (mantiene todo su desarrollo).
- Atrio primitivo D. origina en el corazón maduro la orejeta del atrio derecho.
- Atrio primitivo I. origina la orejeta del atrio izquierdo.

### Seno venoso: Atrio derecho definitivo.

- Etapa asa: Los atrios se expanden dorsocaudalmente para recibir a los senos venosos primitivos, recibe una vitelinas, umbilicales y cordales.
- Etapa post-asa: Fusión de senos venosos y crean una estructura forma ovoidal, constituido por porción central y dos extremos o cuernos laterales horizontales. Se conecta con el segmento atrial a través del ostium sinusal. A los cuernos venosos llegan: Venas vitelinas → lloran circulación del saco vitelino y del intestino primitivo. Venas umbilicales → provienen de la placenta. Venas cordales comunes reciben toda la sangre venosa del embrión por medio de las v. cordales anteriores y posteriores.
- Los valvas del seno venoso se unen en su extremo cefálico formando una protuberancia (septum spurcum).
- La porción transversa se incorpora al atrio primitivo derecho dando lugar a la posición sinusal del atrio definitivo derecho.
- Septum → forma estructura muscular gruesa → cresta terminal.
- Desarrollo del conducto venoso → produce la obliteración progresiva hasta el nacimiento de las venas vitelina izquierda y umbilical.
- Desarrollo del sistema venoso subcardinal y supra-cardinal: Determina la obliteración total de la vena cardinal posterior izquierda y parcial de la derecha.

° Entre las venas cardinales anteriores se establece una anastomosis denominada intercavital, determina la atrofia de la porción proximal y genera preponderancia de las venas cardinales anteriores y común derecha para formar la vena superior.

° El seno izquierdo se queda sin venas portantes y origina al seno venoso coronario.

° Pied de chat: Se forma cuando el seno venoso no se reabsorbe de manera adecuada.

° La vena pulmonar primitiva y dos ramas, origina la porción apical del atrio izquierdo definitivo. → Formado exclusivamente la orejeta del atrio izquierdo.

### Separación atrial: Tabique intercavital definitivo

° El primer esbozo de septación la forma el septum primum, crece produciendo una progresiva disminución del foramen primum, se cierra al fusionarse el borde libre del septum primum con las almohadillas del canal atrioventricular. Antes aparecen los foramen secundum.

° A la derecha del septum se desarrolla un 2do tabique, el septum secundum. Crece por sus astas las cuales finalmente se fusionan en la región vecina a la desembocadura de la v. cava inferior (rosa oval).

° El septum primum permite el paso de sangre de derecha a izquierda.

° La comunicación es importante en la vida embrionaria y fetal, pero al nacimiento con el inicio de la circulación pulmonar ocurre el cierre fisiológico de esta comunicación.

### Unión atrioventricular

#### Canal atrioventricular

° Une a los atrios con el ventrículo primitivo, formado en su interior almohadillas endocárdicas, las cuales al fusionarse dan origen al canal en dos orificios en los que se formarán las valvulas triaspide y mitral.

° Etapa pos-ova: El desarrollo del asa bulbouentricular y la expansión de los atrios en dirección cefálica cambian la orientación del canal atrioventricular.

° En el interior del canal atrioventricular se forman dos

- grandes masas de tejido mesenquimatoso, las almohadillas.
- El miocardio secreta "adhesiones" que introducen el endocardio a responder perdiendo moléculas de adhesión celular, por lo que parte de sus células se desprenden y expresan genes para su diferenciación a célula mesenquimática.
  - Las almohadillas endocárdicas dividen el canal en un orificio izquierdo y derecho
  - El extremo atrial continúa con las astas del septum primum atrial, delimitando el foramen primum.
  - El extremo ventricular de dorso inferior continúa con el extremo dorsal del tabique interventricular primum.
  - La almohadilla ventrosuperior lo hace con el extremo ventral, adhiriéndose al extremo ventricular de la cresta, sinostriaventricular del cono, además que comienza a sufrir un proceso de remodelación, adelgazándose y acanalándose.
  - Las almohadillas dorsoinferior y ventrosuperior del canal atrioventricular empieza a fusionarse con el extremo atrial en dirección a los ventrículos. Coincidiendo con el cierre del ostium primum a nivel atrial.
  - Lateralmente las almohadillas endocárdicas desarrollan protuberancias llamadas tubérculos derecho e izquierdo.
  - El cono es incorporado al segmento ventricular ubicándose posteromedial en la canaladura formada en la almohadilla ventrosuperior, obteniendo la vía de salida del ventrículo izquierdo.
  - La almohadilla dorsoinferior se curva a la derecha quedando su tubérculo derecho en un nivel más bajo que el izquierdo, del que se origina la valva septal de la tricúspide y del segundo la valva aórtica de la mitral.
  - La existencia de una porción septal que separa al atrio derecho del ventrículo izquierdo se conoce con el nombre de tabique atrioventricular.
  - Termina la fusión de las almohadillas dividiendo el canal atrioventricular en un orificio derecho, donde se desarrollará la valva tricúspide, un orificio izquierdo, donde se formará la valva mitral.
  - En sus paredes aparecen dos protuberancias de tejido mesenquimático.

## Valvulas Atrioventriculares

- Los cuernos y velos de las valvulas se forman del tejido de las almohadillas
- El anillo derecho (tricuspid) se forma a partir de las almohadillas laterales, derecha, obso superior del canal y de la cresta dextrodorsal del cono
- El anillo izquierdo (mitral) se forma de las almohadillas laterales izquierdas, obso inferior y ventrosuperior.
- Del proceso de desarticulación y sacamiento que sufre el miocardio ventriculamente en el desarrollo de bolsas trabeculadas se origina en el musculo tendinoso, avanza caudalmente y libera un manguito o saldón miocárdico.
- Las porciones cefálicas de este manguito miocárdico liberadas del miocardio circundante junto con el tejido de las almohadillas que rodea a los orificios atrioventriculares, las cuerdas tendineas
- Porciones caudales permanecen unidas al miocardio los musculos papilares.

## Porción trabeculada

- La porción trabeculada del ventriculo derecho se desarrolla de la porción proximal del bulbo cordíaco y la porción trabeculada del ventriculo derecho e izquierdo aparecen en la etapa pre-asa.
- En la etapa pre-asa, el primordium de la porción proximal del bulbo cordíaco, ocupando una posición cefálica respecto al primordium de la porción trabeculada del ventriculo izquierda la posición de entrada de ambos ventriculos.
- Etapa pos-asa: Primordios ventriculares ampliamente comunicados entre sí por el foramen bulboventricular.
- Los primordios ventriculares tienen una cavidad pequeña, con una capa gruesa de gelatina cordíaca y una capa de miocardio.
- En la capa miocárdica ventricular se observan amplios espacios que dan a la parte más interna de esta capa con apariencia esponjosa, el endocardio se invagina y recubre estos espacios formando verdaderas lagunas intramiocárdicas cubiertas de endocardio.
- Desarticulación: responsable del patrón trabecular primitivo típico de las bolsas ventriculares, realizado por señales mandadas

por el endocardio al miocardio por la secreción de un factor de crecimiento y recibido por receptores.

◦ El endocardio es responsable de la trabeculación y del crecimiento del miocardio.

### Porción de entrada ventricular

◦ P. dorsal: Aferor del ventrículo primitivo: desarrolla la porción de entrada de los ventrículos derecho e izquierdo.

◦ Continua cefalicamente con el canal atrioventricular y caudalmente con la porción trabeculada de ambos ventrículos.

### Porción de salida o infundíbulo:

◦ Cono o bulbo cardíaco distal: desarrolla la porción de salida de los ventrículos.

◦ Día  $22 \pm 1$  comienza el desarrollo del cono o bulbo cardíaco distal, constituyendo el extremo cefálico del tubo cardíaco.

◦ Día 24-26 post-ova temprana, aparece el tronco arterioso, formando el extremo cefálico del corazón y unen al cono con el saco aórtico.

◦ El conjunto del bulbo cardíaco y el tronco arterioso se denomina: el bulbo arterial del corazón.

◦ El bulbo arterial del corazón muestra una luz única con una capa miocárdica compacta y una gruesa capa de gelatina.

◦ Día  $29 \pm 1$  post-ova tardía: la gelatina se remodela formando al interior del bulbo arterial engrosamientos mesenquimales llamados: almohadillas.

◦ Crestas coronales: divididas longitudinalmente son ob: dextrodorsal y sinistroversal, no están fusionadas pero dividen al cono primitivo en uno anterolateral y uno posteromedial.

◦ Crestas trancales: divididas longitudinalmente y oblicuas es una superior e inferior, no están fusionadas y separan al tronco arterioso primitivo en una porción troncal derecha e izquierda.

porción proximal del tronco arterioso se incorpora a los ventrículos.

- Extremo proximal de las crestas troncales: forma la mitad superior de la cresta supraventricular y participa en el cierre de la comunicación interventricular.
- Porción distal del tronco arterioso, desarrollo de la porción proximal de la aorta y arteria pulmonar.
- Terminada la incorporación conotroncal, se borran las referencias externas e internas para delimitar el saco pulmonar, segmento troncal, segmento cava.

### Valvulas semilunares aortica y pulmonar

- Los primordios de las valvulas sigmoideas se desarrollan durante el proceso de septación troncal, dichos primordios se forman 6 engrosamientos de mesenquima, situados dos a cada lado del tabique troncal y dos en las paredes libres.
- Frontal tabique troncal, estos últimos han sido denominados apéndice intercalares.
- La cara anterior de estos primordios se empieza a ensanchar y adelgazar, adoptando la forma de una bolsa de paredes gruesas: con una cara anterior y otra ventral.

### Saco Aortopulmonar

- Del sacoaortopulmonar se desarrolla la mayor parte de la aorta ascendente y el tronco principal de la arteria pulmonar.
- El saco aortopulmonar o aorta ventral es una ensanchamiento del extremo distal del tubo cardiaco que se produce en el sitio de origen de las arcos aórticos.
- Entre el IV y VI par de arcos aórticos se desarrolla, en la etapa post-cava, forma el tabique aortopulmonar.
- La disposición del tabique aortopulmonar determina que el IV par de arcos aórticos quede conectado con la porción derecha del tronco arterioso y este a su vez con el cono posteromedial, el VI par de arcos aórticos.

## Arcos Aórticos

- Están incluidos en el mesenquima de los arcos foráneos.
- De estos se forman las arterias de cara y cuello, ramas de la aorta pulmonar, cayado aórtico y conducto arterioso.
- El primer par (Arco mandibular) aparece en la etapa pre-asa, une al saco aorto pulmonar con aortas dorsales da origen a la arteria maxilar y parte de las carótidas internas.
- El segundo par, forma a las arterias hipofaríngeas y esto pedregas.
- El 3er, 4to y 6to par aparecen en la etapa tardía, las aortas dorsales se fusionan, se forma el tabique aorto-pulmonar, el 3er y 4to. par se conectan al tronco arterioso derecho y el 6to en la porción izquierda de integra un plexo arterial a los pulmones de los sextos arcos, aparecen las septimas arterias intersegmentarias.
- Al final de la quinta semana persisten asimétrica, se extirpan por el descenso, el saco aortopulmonar, tronco arterioso, aorta ascendente y tronco pulmonar están formados.
- El plexo arterial se conecta a la porción proximal de los cuatro arcos y hay una migración cefálica de septimas arterias intersegmentarias.
- En la sexta semana el saco aortopulmonar continúa alargándose, la arteria pulmonar y aorta ascendente aumentan en longitud, se oblitera y desaparece la porción de la aorta dorsal derecha, se origina la arteria intersegmentaria derecha y parte de la arteria subclavia derecha.
- Del tercer par de arcos se originan las arterias carótidas comunes y parte proximal de carótidas comunes interna y distal por primitivas. Del cuarto arco aórtico se forma el segmento del cayado aórtico y del derecho el segmento de la arteria subclavia derecha, el sexto arco origina la rama pulmonar y conducto arterioso, del derecho se forma rama pulmonar derecha.

## Alteraciones de los Arcos Aórticos

- o Persistencia del conducto arterioso: Es una cardiopatía congénita arborígena, consiste en la falta de cierre del conducto arterioso durante la etapa postnatal. Es la anomalía congénita más frecuente en todo el mundo.
- o Coartación aórtica: Cardiopatía congénita arborígena caracterizada por un estrechamiento de la luz de la aorta puede ser puntual o abarcar parte del arco aórtico, se asocia con el síndrome de Turner.

## Subsistema del corazón

- o Dispone de dos subsistemas: coronario y de conducción
- o Sistema coronario:
  - Arterias y venas coronarias se desarrollan de células del órgano proepicárdico.
  - Las arterias se dividen en las de posición subepicárdica y las intramiocárdicas.
  - Células precursoras son de los vasos sanguíneos corarios forman una red de tubos endoteliales subepicárdicos, son recubiertos por células musculares lisas y fibroblastos.
  - Se hace un proceso de angiogénesis y se origina ramificaciones intramiocárdicas de vasos coronarios.
  - Las venas coronarias son formadas por células precursoras el plexo venoso coronario se comunica con el cuerno izquierdo del seno venoso y desemboca en el atrio derecho prematuro.
- o Sistema de conducción:
  - Las células son miocitos cardíacos, tienen gran cantidad de glucógeno
  - Inicia en el estímulo eléctrico en la parte caudal del tubo cardíaco.
  - El nodo sinusal (sinoatrial) inicia en la quinta semana, sita en la pared derecha del seno venoso, posterior en la entrada de la vena cava superior, se origina del miocario local.
  - Nodo atrioventricular, se crea a partir de células del seno atrioventricular, tiene automatismo propio, factor Tbx-3.
  - Haz parietal y ramas derecha e izquierda subendocárdicas se desarrollan simultáneamente a partir de células atrioventriculares.
  - o Fibras de purkinje se forman independientes, células que expresan Cx-42 en las arterias coronarias intramiocárdicas.

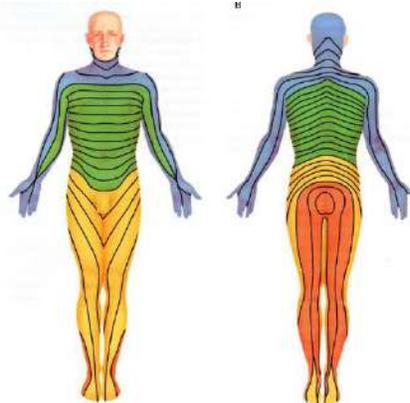
## Circulación fetoplacentaria.

- o Se mantiene hasta el nacimiento, se oxigena por la placenta, la sangre venosa y arterial no están separadas, concentración de oxígeno.
- o La circulación perinatal tiene 2 circuitos sanguíneos: circuito sistémico y circuito pulmonar. El sistémico comienza en cavidades izquierdas del corazón y sale por la aorta, en el circuito pulmonar sale sangre del tronco pulmonar a los pulmones, no hay mezcla de sangre.
- o Al atrio derecho le llega sangre desoxigenada, pasa al ventrículo derecho.

## Derivatos de la circulación fetoplacentaria.

- o Conducto venoso: conecta la vena umbilical a la cavidad inferior.
- o Fosa oval: a nivel del tabique interatrial, al nacimiento se da el cierre fisiológico de esta fosa, a los 6 meses aproximadamente.
- o Conducto arterioso: comunica la rama pulmonar con el arco y circula la sangre, al nacer funcionan los pulmones.
- o El incremento de oxígeno es determinante, atribuye la bradicinina, la prostaglandina.

**“Desarrollo del sistema nervioso”**



**PRIMER SEMESTRE**

**Biología del Desarrollo**

**“1:D”**

**ALUMNa:**

**POLET ALEJANDRA VÁZQUEZ LÓPEZ**

**CATEDRATICO:**

**Roberto Javier Ruiz Ballinas**

La cresta neural interviene en la formación de estructuras del sistema nervioso central y sistema nervioso periférico y autónomo. El sistema nervioso central está formado por médula espinal y encéfalo. La neocórtex radica del sistema nervioso somático, encargado de los movimientos voluntarios. El sistema nervioso autónomo detecta la sensibilidad y estímulos. El sistema nervioso periférico consta de 31 pares de nervios espinales nacientes de la médula espinal y 12 pares de nervios craneales se encuentra en el encéfalo.

### Neurulación

- Formación del tubo neural, marca el inicio del desarrollo del sistema nervioso.
- La notocorda induce al ectodermo y se diferencia a neuroectodermo.
- Forma la placa neural que se transforma en el surco neural y este da lugar a los pliegues neurales y de estos se desprende la cresta neural, también da lugar al canal neural que al cerrarse sumará al tubo neural.

### Tubo neural y conducto neural

- Día 22-23, nivel del 4to. somite occipital.
- Pliegues neurales se fusionan y aparece el tubo neural forma por neuroepitelio y el conducto neural esto sera el sistema ventricular.
- El tubo neural está comunicado por el neuroporo craneal y neuroporo caudal. El tubo se separa del ectodermo. La separación es mediada por cadherinas -E y cadherina -N.
- Día 24-26 es el cierre de neuroporo craneal.

### Organización primaria del tubo neural.

- El neuroepitelio es pseudoestratificado, tiene una gran actividad mitótica y produce células madre pluripotenciales da origen a otros elementos, excepto la célula microglial.
- Los neuroblastos crean la zona intermedia, da origen a la sustancia gris. También conforman la zona marginal que sera la sustancia blanca.
- Al neuroepitelio se lo llama como zona ventricular.

## Histogénesis del sistema nervioso central

- Las células madre nerviosas pluripotenciales después de varias mitosis se crea a células madre bipotenciales, estas expresan proteínas de neurofilamentos de línea nervia que da lugar a los neuroblastos bipolares que forma el neuroblasto multipolar y finalmente origina a las neuronas.
- También se expresan proteínas ácidas glicosiladas de línea de la macroglia estas originan a los astrocitos II y oligodendrocitos, los astrocitos I y las células de la glía radial y ependimarias.

### Cresta Neural

- Es una subpoblación de células que se localizan entre el ectodermo no neural y la porción más elevada.
- Se desprende del neuroepitelio antes de la fusión de los pliegues.
- Estas células se especifican desde la gastrulación con Pax-7.
- Factores de transcripción *sox12* y *sox1-1*.
- Los niveles altos de BMP mantiene al ectodermo apical.
- Las células experimentan una transformación.
- 4ta hoja germinal.
- La cresta se puede dividir en craneal, circunfaringea y troncal.
- Cresta neural craneal se extiende de proencéfalo posterior al rombencéfalo anterior, origina a: ganglios del III, V, VII, IX, X pares, músculo del iris y cílidos y epitelio posterior de la córnea.
- Mesenquima craneal forma elementos óseos y cartilagosos.
- Cresta neural circunfaringea: Cordón del somite 3 y uga del somite 1-7.
- Las células de la cresta neural cordón: El corazón contribuye a formar el tabique aortopulmonar, válvulas semilunares, tabique interventricular y paredes de arterias coronarias principales, también se desarrolla el tejido conjuntivo que rodea a músculos intrínsecos de la lengua.

Cresta neural troncal sigue varios caminos de migración, algunas migran y dan origen a ganglios raquídeos, a cadenas ganglionares simpáticas y parasimpáticas y la medula suprarrenal.

### Vesículas cerebrales

• Concluida la neurulación, el tubo neural  $\rightarrow$  pasa a tubo. encefalo medular.

• Extremo craneal ancho.

• 4ta. semana  $\rightarrow$  3 dilataciones (Vesícula prosencefalo, mesencefalo y rombencefalo).

• El rombencefalo continúa caudalmente, se estrecha y origina a la médula espinal.

• La formación de vesículas da lugar a 2 acodaduras en la superficie ventral: acodadura cervical y cervical.

• 5ta. semana se da lugar a las vesículas secundarias.

• Del prosencefalo se crea el telencefalo y diencefalo.

• Del rombencefalo proviene metencefalo y mielencefalo. Entre estos se forma una acodadura (pontica).

• El telencefalo se divide en 2 porciones.

• De la pared del telencefalo surgen hemisferios encefálicos.

• El diencefalo se forma en hipotálamo, tálamo hipotálamo e infundíbulo. El metencefalo origina al puente y al cerebelo, del mielencefalo forma al bulbo raquídeo.

### Sistema ventricular y líquido cefalorraquídeo

• El S. ventricular representa la luz del tubo neural y por el circula líquido cefalorraquídeo.

• La luz es continua, se nombra dependiendo su localización a nivel de las vesículas o médula.

• Las cavidades de los hemisferios formados de las vesículas telencefálicas constituyen los ventrículos laterales I y II, a través de agujeros interventriculares (Monro) se comunican con el tercer ventrículo.  $\rightarrow$  El líquido cefalorraquídeo pasa del acueducto cerebral (Silva) al cuarto ventrículo.

• La continuación de la cavidad a nivel M.II se denomina conducto cefaloespinal.

• El hemisferio crece y se forman los lóbulos por ello se modifica la forma los ventrículos laterales, apareciendo estas porciones inferiores.

y posteriores

- La producción de líquido cefalorraquídeo es en los plexos coroideos
- Se localizan en el suelo de los ventrículos laterales y en el techo del 3er y 4to ventrículo.
- Su función es proteger al SNC ya que flota en él.
- Su Volumen es de 150ml, su producción es de 500ml en 24hrs.
- El Líquido abandona al sistema ventricular a nivel del 4to ventrículo.
- Se localiza 3 orificios: Central, mediana (agujero de Magendie) y dos laterales (agujeros de Luschka), de ellos drenan hacia las vellosidades aracnoideas (pacchioniani) donde es reabsorbido y se incorpora a la circulación venosa.

## Médula espinal

- Se forma de la porción no dilatada del tubo neural cefalal al rombencefalo → en la 4ta semana
- Paredes formadas por c. neuroepiteliales que constituyen, epitelio cilindrico pseudoestratificado: la capa neuroepiteliales.
- Sus células se dividen y producen una capa cada vez más gruesa pero a poco a poco va estrechando el tamaño de la luz. → El conducto ependimario.
- Las células neuroepiteliales internas constituyen la zona umbricular y las células externas la zona intermedia/mmb.
- Se divide rápidamente por meiosis y migran hacia la zona intermedia, donde se diferencian en neuronas, astrocitos y oligodendrocitos.
- Ambas zonas forman la sustancia gris de la médula y la zona marginal forma la sustancia blanca.
- Debido a la continua adición de células a la zona intermedia se forman las placas alares que originan a las astas posteriores, las cuales se comunican por la placa del techo.
- Placas basales, originan las astas anteriores comunicadas, la placa del techo.
- Surco limitante: Marca el límite entre las placas alar y bas de cada lado.
- Las axones neurales de los ganglios raquídeos entran a

medula por su cara dorsal y forman las raíces dorsales y forman las raíces dorsales o posteriores.

- Durante la etapa embrionaria, la médula espinal ocupa toda la longitud del conducto vertebral y los nervios raquídeos pasan por los agujeros intervertebrales.

### Meninges

- Se forman por la condensación del mesenquima que rodea el tubo neural, dando lugar a la meninge primaria, cuya capa externa se engrosa y forma a la duramadre, mientras que la capa interna es más delgada y forma a la piamadre y la aracnoideas.

- 5ta semana → piamadre comienzan a aparecer espacios llenos de líquido que finalmente se fusionan y forman el espacio subaracnoideo, que se llena de líquido cefalorraquídeo.

- Piamadre está en contacto directo con el SNC. Forma los plexos coroideos producen el líquido cefalorraquídeo a partir de la 5ta semana de gestación.

- Aracnoideas, forma las vellosidades aracnoideas que absorben el líquido cefalorraquídeo, dirigiéndolo hacia los senos venosos.

### Mielinización de la médula espinal

- Esta mielinización realiza los oligodendrocitos (se originan de la zona intermedia).

- L. con múltiples prolongaciones, las cuales al entrar en contacto con una fibra nerviosa, se enrolla alrededor de esta y comienza a producir la mielina.

- Este proceso inicia alrededor del 4to mes y termina en el 1er año de vida postnatal.

### Encefalo y tallo encefálico

- Comienzan a formarse a partir de la 5ta semana, una vez que han quedado bien establecidos las vesículas cerebrales secundarias.

- Prometencefalo surge → mielencefalo y metencefalo, entre ambas forman el tallo encefálico.

- Mielencefalo origina → bulbo raquídeo y parte del 4to ventrículo. En su porción caudal y cefálica es diferente.

- Posición caudal (parecido a M.E.). A diferencia de la médula

los neuroblastos de las placas alares, migran dorsalmente hacia la periferia y forman núcleos aislados de sustancia gris, los núcleos gráciles y los núcleos aciniformes.

- Entre la parte medial del mesencefalo se forman los paramedias.
- Porción rostral, las placas alares quedan ubicadas por fuera y ligeramente dorsales a las placas basales. Los neuroblastos de la placa alar dan origen a neuronas sensitivas y las de las placas basales a neuronas motoras.
- Zona marginal → Integrada por fibras nerviosas que ascienden desde la medula espinal hacia el encéfalo o descienden de este hacia la medula espinal.

### Metencéfalo.

- Se originan en la porción más rostral del rombencéfalo y se le describen dos partes: una dorsal, que originará al cerebelo y otra ventral, de la que proviene el puente o protuberancia.
- Las placas alares migran c. hacia la zona marginal donde se organizan a los núcleos pontinos o protuberanciales.
- Su cavidad es amplia y representa la porción más rostral del 4to. ventrículo.
- Las placas alares y basales presentan igualmente la formación de núcleos que guardan la misma situación con respecto al surco limitante y recibe el mismo nombre que en el bulbo.
- Zona marginal → gruesa que en el bulbo, ya que sirve como puente entre las fibras que conectan al cerebro y la medula espinal con el cerebro.
- Cerebelo → se forma de la porción dorsal del metencéfalo, por el crecimiento de unas estructuras pares situadas lateralmente y por encima del 4to. ventrículo.
- Porción caudal: Lóbulo elíptico y lóbulo medular.
- Porción craneal medial: Uvula / craneal lateral: Hemisferios cerebelosos.
- Capa germinal externa: se establece en el 3er. mes formado por la división de los neuroblastos.
- Capa germinal interna: se forma la migración de las c. y su migración.
- En el 4to. mes aparecen los c. de Purkinje, el lóbulo y de la cresta.

## Plexos Coroides.

- La pirámide y el techo ependimial van a formar la tela coroidal. La pirámide hace que esta tela se invagina y se diferencia en el plexo coroidal. Los plexos tienen a cargo la producción del líquido cefalorraquídeo.

## Mesencefalo

- Las placas basales se organizan en dos núcleos eferentes somáticos, de los que se originan los pares craneales III y IV y los núcleos eferentes viscerales generales originan los núcleos de Golliger-Westphal.
- El sistema ventricular a nivel del mesenquima se presenta el conducto cerebral ventral a las placas basales se observan los núcleos rojos y la sustancia negra.

## Prosencefalo

- Forma al diencefalo y telencefalo.
- Al final de la 5ta. semana crecen las placas alares y forman unas elevaciones.
- La placa del techo da lugar a una invaginación glandular, la glándula epifisis.
- Epitalamo → Forma núcleos habenulares y comisura y posterior.
- Talamo: Puede diferenciarse y establece la comisura gris intertalarica.
- Hipotalamo: Regula la actividad endocrina de la hipófisis y controla emociones.

## Hipofisis

- En su formación participa diencefalo y estomodeo. Por lo cual es compuesto por dos tejidos diferentes: la adenohipofisis y neurohipofisis.
- 3ra y 4ta semana se forma desde el piso del 3er ventrículo una invaginación, el fundíbulo, crece ventralmente en dirección estomodeo.
- Secreción de BMP-4 y FGF-8 por el diencefalo.
- La mayor parte de la pared anterior de la bolsa hipofisaria engrosa para formar el lóbulo anterior y el resto origina la porción tubular de la glándula.

- La mayor parte de la bolsa no tiene cambios y da el lóbulo intermedio.
- 6ta. semana. → El tallo conectaba a la bolsa hipofisaria con el estomodeo, degenera y desaparece y se produce la conexión entre ambas estructuras.
- Del infundíbulo se forma el tallo y el lóbulo posterior hipofisario. Las células del infundíbulo se diferencian en pletoritos y se asemejan células neurogliales y cuyas fibras se extienden hasta el hipotálamo, al cual está unido el infundíbulo.
- La hipófisis creciente y cruza al mesénquima que da lugar al esfenoides, alojándose en la silla turca.

### Telencefalo:

- 5ta. semana → Las futuras hemisferios cerebrales emergen como vesículas telencefálicas.
- Las vesículas se unen entre sí mediante la lamina terminal.
- Ed. crecimiento y expansión de las hemisferios da las regiones: suelo, paredes, interna y externa y el techo que forma la corteza cerebral y cavidades de las vesículas telencefálicas que corresponden a los ventrículos laterales.
- 2do. mes → La posición basal de las hemisferios cerebrales aumenta de tamaño constituyendo al cuerpo estriado y sobresaliendo hacia la cavidad de los ventrículos laterales, estrechando los agujeros interventriculares. En donde se une el hemisferio cerebral al techo del diencéfalo no se producen neuroblastos y la paredes muy delgadas.
- El crecimiento rápido del cerebro se debe a la expansión de las vesículas telencefálicas que crecen en todas direcciones.
- La expansión medial fusiona el cerebro con el diencéfalo.
- Los hemisferios son separados por el hoz del cerebro.
- De la corteza cerebral emergen fibras que hacen sinapsis con el tálamo.

### Corteza cerebral.

- 4to. mes → Inicia modificaciones. 6to mes → Aparecen surcos y circunvoluciones.
- Insula: Zona de crecimiento lento, tamaño pequeña.
- La zona ventricular tiene actividad mitótica, los neuroblastos inician migración hacia la piamadre.

## Comisuras cerebrales:

- Son haces de fibras que conectan entre sí a las hemisferios.
- La lamina terminal, representa el límite rostral del 3er ventrículo.
- Su localización corresponde al sitio de cierre del neuroporo.
- 7ma. semana → se identifica la comisura anterior.
- 9na. semana → Aparece la comisura de hipocampo que conecta los hipocampos D e I. y el cuerpo calloso → conecta con el neopallio.

## Regulación molecular del desarrollo del SNC.

- Patrón craneocaudal → Ectodermo dorsal expresa BMP-4
- Gensina, cordona y retstatina → Inhiben al BMP-4
- Ectodermo → neurodermo y la placa neural → tubo neural.
- Wnt-8 y Dlx-2 → prosencefalo y mesencefalo
- Wnt-8 y Gbx-2 → rombencefalo y médula espinal.
- Cresta neural anterior + FGF8 y SHH → Telencefalo.
- Fg3-1 → Desarrollo de Hemisferios cerebrales
- Zona limitante → SHH → Talamo
- FGF-8 → Médula espinal

## SNP

- Formado → Nervios raquideos, craneales y SNA.
- Origen → Neuroepitelio → cresta neural y placetas ectodermicas.

## Formación y crecimiento neurales.

- Neuritas → organizan las dendritas y el axón, → hace sinapsis → <sup>SHT</sup> <sub>diagn</sub>
- Nervitas → cono de crecimiento con prolongaciones.
- Moléculas de orientación → SHH y BMP.
- Cadherinas → conductantes en migración → apoptosis

## Nervios raquideos.

- Final de 4ta semana
- Función mixta → sensitiva y motora. → llevan información M. y visoes

## Nervios craneales

- 5ta y 6ta semana, sin organización segmentaria.
- I y II → origen de mucosa olfatoria
- III, IV, VI y XII → Nervios motores.
- V, VII, IX y X → Nervios mixtos.
- I, II, VIII y XI → sensitivos.

## SNA

- Se divide → SNO (T1 a L2) y SNP (región craneal y sacral).
- SNP y SNO → Formado por ganglios y 2 neuronas.

