



**Mi Universidad**

**Resúmenes**

*Jennifer Fernanda Pérez Sánchez*

*Cuarto parcial*

*Biología del desarrollo*

*Dr. Javier Roberto Ruiz Ballinas*

*Licenciatura de la Medicina Humana*

*Primer semestre*

*Grupo C*

*Comitán de Domínguez Chiapas, 20 de diciembre del 2024*

# DESARROLLO DEL SISTEMA MUSCULAR

Músculo esquelético.

Desarrolla Miotoma de los Somites (mesodermo paraaxial)

Tres Fases:

- 1) células mesenquimáticas miogénicas (mioblasto)
- 2) Mioblasto primitivo, mitoblastos
- 3) Fibra muscular.

Células de satélites.

Células miogénicas, no solo dividen ante una lesión de las fibras musculares sino tamaño y número que incrementan.

Mesodermo paraaxial forma somitos y somites. Su estructura difiere en regiones: dermatoma, miotoma y esctrótomo.

Las células miogénicas

Surgen músculo (mioblasto) llevar a cabo su última división cúbica y se diferencian en mioblasto primitivo.

Región proteína p21 marca el inicio miogénesis. La maduración de la célula muscular implica su salida del ciclo celular, la síntesis de proteínas contractiles (miosina, actina, tropomiosina y troponina) y la formación de sarcómeros.

Los mioblastos, sus núcleos migran a la periferia y se incorporan las proteínas contractiles, dando lugar a fibras musculares maduras.

Regulación miogénesis.

Estos regulados factores Myo-D y Myf-5 que activan genes responsables de la síntesis de proteínas musculares. Las células dorsolaterales forman musculatura de los miembros y flexores del tronco mientras que los dorsomediales generan músculos extensores de la columna. Los mioblastos se fusionan en miotubos, sintetizan miotriblos, y al madurar, se convierten en fibras musculares multinucleadas que ya no pueden dividirse.

Mioblastos persisten para formar células satélites.

Myo-D activa genes musculares al unirse con el activador con E12, pero se inactiva al unirse con el inhibidor Id.

Las células de satélite permite el crecimiento muscular en crecimiento fetal y posnatal

Diferencias entre las fibras musculares rápidas y lentas.

Miosina pesada dos moléculas de cadena pesada, de músculo rápido y lento.

Miotubos primarios: se forman por la fusión inicial de mioblastos antes de la llegada de axones nerviosos. Miotubos secundarios: surgen de mioblastos tardíos, guiados por los primeros axones motores presentes.

Fibras rápidas poseen una composición específica de cadenas ligeras de miosina (LC). Fibras lentas difieren en la composición de LC y en la expresión de tipos de miosina (embrionaria, neonata y adulta).

La inervación inicial de las fibras musculares es un proceso selectivo.

Anomalías congénitas: del músculo esquelético incluyen desde la ausencia parcial de un músculo (palmar mano o pectoral mayor) hasta la falta total de grupos musculares, generalmente sin consecuencias graves.

La morfología muscular depende principalmente del tejido conectivo adyacente, así como de las interacciones con los tendones, huesos y nervios. Durante el desarrollo, las células miogénicas migran desde somite hacia su ubicación correspondiente y se organizan en grupos bien definidos.

Los músculos del tronco y extremidades se originan del miotomo, dividiéndose en epímero que forma músculos extensores o hipómero que forma músculos de las extremidades y la pared corporal.

En la cabeza los músculos derivan del mesénquima paraxial. y el tejido conectivo de las crestas neurales regula su formación. En las miembros, los músculos se desarrollan a partir de condensaciones de mesénquima en la septima somata y se dividen en flexores y extensores.

El músculo estriado cardíaco, originado del mesénquima esplácnico, tiene la capacidad de contraerse espontáneamente desde el principio, y su ritmo es regulado por el sistema de conducción del corazón.

El músculo cardíaco y el músculo liso tienen orígenes y características específicas que los hacen diferentes.

### Músculo cardíaco

Desde etapas tempranas, los miocitos cardíacos se contraen espontáneamente debido a la presencia de miofibrillos en su citoplasma.

Aunque altamente diferenciados, pueden dividirse por mitosis desensamblando parcialmente sus filamentos contráctiles.

Los miocitos no se fusionan, pero están conectados mediante discos intercalares que permiten intercambio de iones y conexión mecánicas.

Algunas células se diferencian en el sistema de conducción cardíaco, produciendo. Miocitos cardíacos: estímulos eléctricos.

Miofibrillos y acumulando glicógeno para regular el ritmo cardíaco.

### Músculo liso

Se origina del mesodermo esplácnico (tubo digestivo y respiratorio), del mesodermo local (vasos sanguíneos) o del ectodermo (músculos pupilares y de glándulas).

Su diferenciación está regulada por la miocardina, un factor coactivador exclusivo del músculo liso y cardíaco.

Ambos tejidos están adaptados para sus funciones específicas. El cardíaco para contracciones rítmicas constantes y el liso para movimientos involuntarios en órganos y vasos.

# sistema Cardiovascular

## Desarrollo del corazón

### Etapa de pre-aseo formación Cardíaca:

1. Inicio proceso de flexión 18 día
  - ▶ La gastrulación, el embrión comienza el proceso de flexión o tubulación
  - ▶ El embrión, cambia su forma de piriforme a tubular, alargándose en sentido cefalo-caudal.
2. Segmentación del mesodermo
  - ▶ El mesodermo se divide 3 segmentos:
    - Mesodermo paraxial: Forma los somitos, responsables de la musculatura y huesos.
    - Mesodermo intermedio: Forma el sistema urogenital.
    - Mesodermo lateral: Se divide en dos hojas formando la somatopleura (conectada al ectodermo) y la esplancopleura (conectada al endodermo).

### 3. Formación de la placa cardíogénica

- Las células precordíacas, ubicadas en la esplancopleura, forman la placa cardíogénica.
- Esta placa está en la parte cefálica del embrión y dará lugar al manto miocardiaco, que se diferenciará en el miocardio (capa muscular del corazón) y el endocardio (capa interna del corazón).

### Etapa precardiogénica.

#### 1. Formación de Arcos cardíacos.

- día 15 a 18 Discoembrionario adopta una forma piriforme.
- Se forma las áreas cardíacas, 2 bilaterales y simétricas ubicadas a ambos lados de la línea primitiva.
- Se fusionan áreas fusionan formando la herradura cardíogénica.

#### 2. Desarrollo tubos endocárdicos y miocárdicos.

Las células ventrales más → Islotes sanguíneos, formar plexos sanguíneos.

• Plexos se cavitan y conectan, formando los tubos endocárdicos primitivos.

• Esplancopleuro, vecino a estos tubos, se engrosa formando primordios miocárdicos, que se desarrollarán en el miocardio.

#### 3. Fusión de los tubos cardíacos:

- \* Tubos endocárdicos primitivos y primordios miocárdicos se desplazan ventrodorsalmente, para fusionarse
- \* Tubo miocardiaco (día 22)

#### 4. Desarrollo del corazón y la cavidad pericardiaca.

- \* Tubo cardíaco se encuentra cavidad pericardiaca primitiva.
- \* Se conecta temporalmente con el intestino anterior por una banda de mesénquima (mesocardia dorsal) desaparece.
- \* Los células miocárdicas comienzan a mostrar miofibrillos, lo que les otorga actividad contráctil.

#### 5. Formación de Aseo Bulboventricular

- El tubo cardíaco se flexiona hacia la derecha y adelante, adoptando una forma "S" día 22.

### Etapa de ase flexión del tubo cardíaco primitivo.

#### 1. Formación Aseo Bulboventricular día 22

- Tubo cardíaco sufre torsión y rotación forma "C"
- Este proceso genera espacio entre el tubo cardíaco y pared dorsal intestino anterior, separando mesocardia dorsal.

#### 2. Segmentos de Corazón

Segmento atrial (caudal) y aseo bulboventricular (cefálic) formada por:

a) Bulbo cardíaco Porción distal (cono) conecta: arcos aórticos → infundíbulos ventriculares.

b) Ventrículo primitivo: formará la porción trabeculada ventrículo izquierdo y la entrada ambos ventrículos conectado atrial por canal atrioventricular

### 3 Formación del seno Venoso.

Segmento atrial → Pequeño seno venoso desemboca venas ombilicocentéricas, vitelinas y cordiales comunes. Reciben venas cordiales anteriores y posteriores.

#### 5.- Causas y Mecanismos flexión.

BNP-4, NKX2-5, MEF-2 y ácido retinoico juegan un papel importante, con la expresión diferencial de HAND caudal del asa.

#### Etapa de pos-Asa: estrozos septales y valvulares.

Cambios en el tubo cardíaco día 28 se flexiona formando una S, posicionando atrios y ventrículos en sus lugares definitivos. Atrios, ventrículos y grandes vasos derivan de diferentes segmentos del tubo cardíaco, formación valvulas y tabiques.

se desarrollan valvulas atrioventriculares (mitral y tricúspide) y semilunares (aórtica y pulmonar). El cono y el tronco arteriales contribuyen a la formación de los valvulos y arterias principales. **Epicordio** deriva del organo proepicárdico y forma la cubierta externa del corazón, conoectivo y vasos coronarios y segmento troncal y saco aórtico dan lugar a los anillos valvulares, infundibulos ventriculares y contribuyen al cierre del tabique interventricular.

**Cavidades cardíacas primitivas.** Desarrollo secuencial de las cavidades cardíacas, las cavidades cardíacas primitivas no están presentes de forma completa en la etapa de preasa como se pensaba, sino que se desarrollan de manera secuencial, en esta etapa, solo están presentes

el bulbo cardíaco proximal y el ventrículo primitivo, separados por surcos interventriculares. A medida que el corazón avanza, en la etapa de asa se añaden el cono y el segmento atrial, y en la etapa de pos-asa, el tronco y el saco artioventricular, la circulación embrionaria y extraembrionaria se establece completamente hacia la 4 semana, el corazón definitivo proviene de 4 líneas celulares: la horadura cardiogénica, el mesodermo pericárdico, las crestas neurales craneales y organo proepicárdico. Contribuyen a la formación de cavidades, valvulos y vasos coronarios, la gota del corazón que se convierte en mesodermo, da lugar a los tabiques y valvulos del corazón.

#### Desarrollo de los atrios y uniones venocentrales.

**Atrios primitivos.** aparecen en la etapa asa día 22-7 en una posición caudal respecto a los ventrículos, el atrio primitivo derecho se ubica a la derecha y el izquierdo a la izquierda conectados al ventrículo primitivo por el canal atrioventricular a medida que los atrios crecen, se desplazan hacia una posición dorsal, pero mantiene su relación derecha-izquierda, en el corazón maduro, el atrio primitivo derecho forma la orejuela del atrio derecho y el izquierdo, la orejuela del atrio izquierdo.

Las venas subcardinales forman:

- Vena renal izquierda
- Vena suprarenales
- Vena gonadales
- Un segmento de la VCI

### ➔ Desarrollo de la vena cava inferior.

Esta formada por 4 segmentos:

- Segmento hepático --> Procede de vena hepática y sinusoides hepáticos.
- Segmento prerenal --> Procede de la vena subcardinal derecha.
- Segmento renal --> Procede de la anastomosis de las venas sub y supra cardinales.
- Segmento postrenal --> Procede de la vena supracardinal.

### ➔ Arterias de los arcos faríngeos

Estas arterias irrigan los arcos faríngeos en las semanas 4 y 5, estas se originan en el saco aórtico y finalizan en la aorta dorsal.

### ➔ Arterias intersegmentarias

Hay más de 30 ramas aunque la mayoría desaparecen.

- En el cuello --> Arteria vertebral
- En el tórax --> Arterias costales
- En el abdomen --> Arterias lumbares (El 6to por forma Arterias ilíacas comunes)
- En la región sacra --> Arterias sacras laterales.

### ➔ Destino de arterias vitelinas y umbilicales.

Las venas ventrales unilaterales de la aorta dorsal irrigan la vesícula umbilical, la alantoides y conon.

Las arterias vitelinas que permanecen son:

- Tronco cefálico
- Mesentérica anterior
- Mesentérica inferior

### ➔ Desarrollo posterior del corazón.

Miocardio se desarrolla a partir del mesodermo coplácrico.

El corazón se forma por un tubo endotelial que se convertirá en endocardio.

El pericardio visceral o epicardio procede de las células mesoteliales.

El corazón tubular se alarga y se divide en:

- Bulbo cardíaco
- Ventriculo
- Aurícula
- Seno venoso

El tronco arterioso se continúa hasta el saco aórtico, donde se originan la arterias de arcos faríngeos.

El seno venoso recibe irrigación de las venas umbilicales, vitelinas y cardinal.

El corazón se invierte a la derecha en los días 23-28.

Moléculas que son indispensable para el remodelamiento del corazón: BMP, Notch, Wnt y Shh.

Conforme el corazón crece este se invagina en la cavidad pericardíaca.

### ➔ Circulación en el corazón primitivo

Las contracciones iniciales tienen origen miogénico (en músculo) inicialmente la circulación es por flujos, pero a finales de la semana 4 inician las contracciones.

La sangre llega al seno venoso, desde de:

- ➔ Venas cardinales comunes
- ➔ Venas umbilicales
- ➔ Venas vitelinas

La sangre circula:

Senos Venosos --> aurícula primitiva --> Válvulas sinocavitarias --> canal aurículoventricular --> Ventriculo primitivo.

Es uno de los primeros sistemas en ser desarrollado, este inicia su desarrollo a mitad de la semana 3.

- Campo cardiaco primario; formado por células mesodermicas de línea primitiva.
- Campo cardiaco secundario; formado por células progenitoras cardiacas del mesodermo foríngeo.

➔ **Desarrollo inicial de Corazón y vasos sanguíneos**

En el día 18 el mesodermo lateral se compone de:

- Somatopleura
- Esplanopleura → Origina la mayoría de componentes cardiacos.

El tubo cardiaco se forma por la fusión de los 2 tubos cardiacos endocárdicos, esta fusión sucede en el extremo cranial del corazón.

El corazón empieza a latir en los días 22-23.

El flujo sanguíneo inicia en la semana 4.

Miocardio ventricular y la pared cardiaca del intestino se originan de células progenitoras del mesodermo foríngeo.

El miocardio ventricular y tubo cardiaco proceden del segundo campo cardiaco.

➔ **Desarrollo de venas del corazón embrionario.**

3 pares de venas del corazón primitivo, semana 4.

- Venas vitelinas: Sangre poco oxigenada de vesícula umbilical hacia el corazón.
- Venas umbilicales: Sangre muy oxigenada del saco coriónico.
- Venas cardinales comunes: Sangre poco oxigenada del cuerpo del embrión hacia el corazón.

▶ **Vena vitelina**

La vena vitelina derecha inductora y la izquierda forma parte del sistema porta hepático y parte de la vena cava inferior.

▶ **Vena umbilical**

Discorren a los lados del hígado y transportan sangre oxigenada desde la placenta hasta los senos venosos.

La vena umbilical derecha desaparece en la semana 7 y la izquierda se convierte en la única vena que transporta sangre oxigenada la embrión.

La transformación de las venas umbilicales sucede de la siguiente manera:

- La vena derecha y extremo cranial de la izquierda desaparecen
- La opción que permanece de la vena izquierda se convierte en la única vena umbilical.
- Dentro del hígado se forma el conducto venoso, el cual conecta la vena umbilical y a la vena cava inferior.

▶ **Venas cardinales**

Las venas cardinales son el drenaje venoso principal para el embrión.

Las venas cardinales anterior y posterior son las primeras en desarrollarse, estas se unen a las venas cardinales anterior y posterior son las primeras en desarrollarse, estas se unen a las venas cardinales comunes, formando un cortocircuito.

Este cortocircuito se convierte en la vena braquiocéfala izquierda.

La VCS se forma por la vena cardinal derecha y la vena cardinal común derecha.

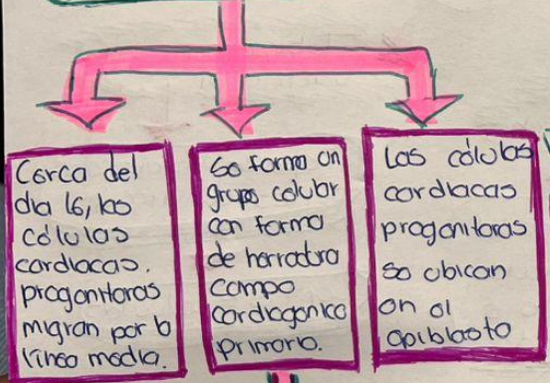
Las venas cardinales posteriores forman los vasos mesonefros. Los únicos derivados de las venas cardinales superior son la raíz de la vena aórtica y las venas ilíacas comunes.

D

# ≡ sistema ≡ ≡ cardiovascular ≡

## Establecimiento

Aparece a 1/2 de la 3ª semana, cuando el embrión ya no puede satisfacer sus requerimientos nutricionales solo mediante difusión.

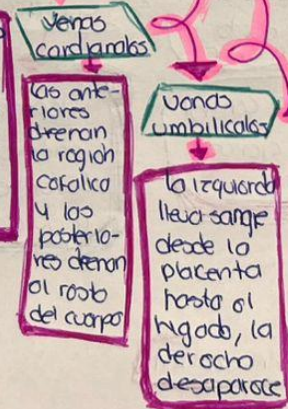


estas células forman ciertos regiones de los artícuos y todo el ventrículo izquierdo

## Desarrollo del seno venoso.

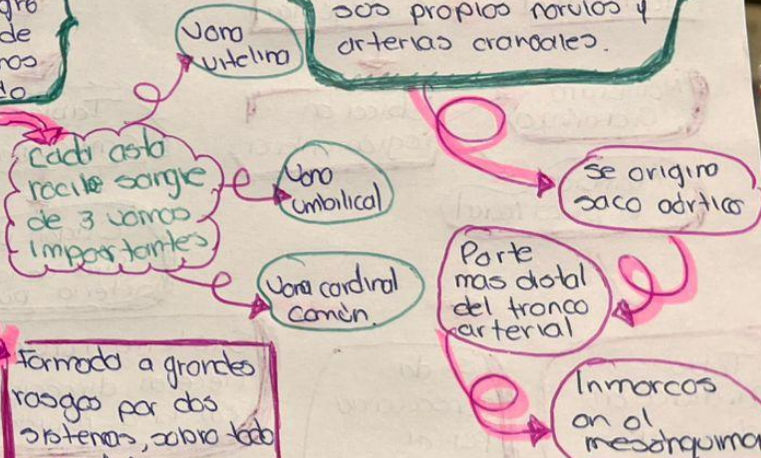
A la mitad de la cuarta semana recibe sangre venosa proveniente de las aletas de los senos derecho e izquierdo.

## Sistema venoso



## Arcoos aórticos.

Se forma durante la 4ª y 5ª semana y reciben sus propios nervios y arterias craneales.



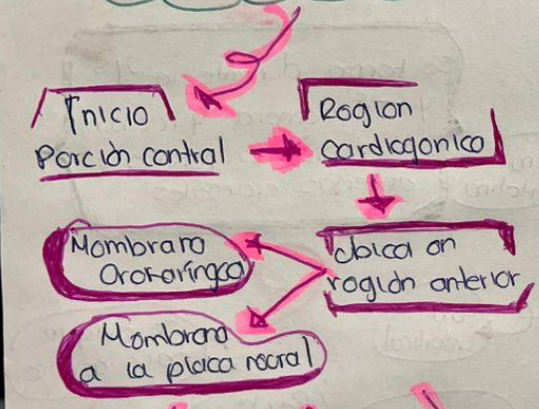
~~Superficial Profundo~~



# Sistema Cardiovascular

Formación y posición del tubo cardíaco

Formación de los tabiques



Los primeros tabique del corazón se forma entre los días 27 y 37 de desarrollo

Tabique contracoarctal

Origen posición final de la aorta y arteria pulmonar

Tabique ventricular

Separa el ventrículo derecho e izquierdo

Tabique aurículo-ventricular

Separan los aurículos de los ventrículos

Controla válvulas

Tubo Cardíaco en desarrollo se dobla cada vez más en dirección de la cavidad pericárdica.

Se da consecuencia por el crecimiento del corazón y el plegamiento axial del embrión.

Sistema nervioso controla el crecimiento en dirección craneal con tanta rapidez.

La membrana orotoríngea sufre tracción en dirección ventral

Formación del asa cardíaco

El tubo sigue aumentando tamaño se agregan células CCs en su extremo craneal.

## DESARROLLO

# Sistema Respiratorio

Constitución morfológica definitiva del sistema respiratorio vias respiratorias superiores: Nariz, cavidades nasales, senos paranasales, Faringe, vias respiratorias inferiores: Laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos, alveolos (que forman parte del pulmón). Proceso de entrada del aire Ingreso por las fosas nasales → Faringe → Laringe → Canecha con la tráquea, tráquea → Si bifurca en dos bronquios principales bronquios secundarios, 3 en el pulmón derecho y 2 en el pulmón izquierdo, bronquios segmentarios → bronquiolos terminales → bronquiolos respiratorio → alveolos. Crecimiento y sostenimiento Factor de crecimiento fibroblastos 10 (FGF-10) estimula la ramificación de los bronquios, tejido sostén originado del mesodermo esplácnico, recubre estructuras a partir de los bronquios lobulares. Polmones órganos de consistencia esponjosa ubicados en la caja torácica, formados por células endodermo y mesodermo. Cubierto por pleura visceral (cubre el pulmón) pleura parietal (cubre la cavidad torácica) ambas, la cavidad interpleural con líquido pleural. Intercambio gaseoso. Ocurre en la membrana alveolocapilar (pared alveolar y pared del capilar pulmonar). La función captación de oxígeno (O<sub>2</sub>) y eliminación de dioxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Morfogénesis del sistema respiratorio inicia mitad 4 semana, se origina la mandíbula laringotraqueal, ubicada en el intestino anterior, altura bolsas faríngeas III, IV y VI. División del epitelio: porción cefálica forma el epitelio de la Faringe, porción media forma el epitelio de la laringe, porción caudal da lugar al esbozo respiratorio. Diferenciará en tráquea, bronquios y bronquiolos (parte cefálica) alveolos (parte caudal). Importancia del ácido retinoico regula la localización y desarrollo del esbozo respiratorio la deficiencia vitamina A, malformaciones graves como fístula traqueoesofágica, hipoplasia pulmonar, agenesia del pulmón izquierdo, también influye en la expresión FGF10 y la formación del intestino anterior. Nariz cavidad nasal. 4 semana se desarrolla de la porción lateral de la prominencia frontonasal. Mesénquima → origina las crestas neurales intermedia → ectodermo - mesénquima. Primera manifestación dos ingresos ovales bilaterales del ectodermo superficial. Placados nasales porciones ventrolaterales de las prominencias frontonasal, al principio los placados con canchales, inmediatamente empiezan a deprimirse al centro, transformándose en arcos estructuras cóncavas fosas nasales. Lo mesénquima de los bordes proliferan formando arcos elevaciones en forma de horradoro - ramas o dactos prominencia nasal medial, nasal lateral y saco nasal primitivo. Símbolo migrar los procesos

maxilares hacia línea media, mueve las prominencias nasales mediales y laterales a la misma dirección. Prominencias laterales separadas de los procesos maxilares por una hendidura surco nasolagrimal. 7 y 10 semana las prominencias nasales mediales se fusionan entre sí. Segmento intermaxilar, prominencias nasales laterales a los de la nariz, prominencias nasales mediales punto de la nariz y al tabique nasal. Dedos nasales se profundizan, formando los sacos nasales primitivos penetraciones durante la sexta semana. (Crecen dorsalmente debajo del brascrotalo) Sacos nasales se unen entre sí formando la cavidad nasal primitiva membrana buconasal o membrana de las coanas rompimiento durante la 6 semana, la cavidad nasal se comunica cavidad bucal, coanas primitivos detrás del paladar primario. Los prominencias nasales mediales se fusionan formando tabique nasal y procesos palatinos prominencias maxilares y paladar primario. Fusión paladar primario y paladar secundario y tabique nasal desplazando hacia atrás a las coanas primitivas Coanas definitivas prominencias nasales mediales y punto de la nariz y al tabique nasal. Los paredes laterales de la cavidad nasal comienzan a especializarse epitelio olfatorio. Laringe y epiglotis 4 semana surge del primordio respiratorio, una evaginación medial en la pared ventral del extremo caudal de la faringe primitiva, llamada hendidura laringotraqueal, origen de tejidos endodermo forma el epitelio y los glándulas de la laringe, tráquea, bronquios y el epitelio pulmonar, mesodermo espláncico forma el tejido conjuntivo, cartilago y músculo liso de estas estructuras, desarrollo glotis primitiva la hendidura laringotraqueal orificio en forma T, la glotis primitiva mediante engrosamiento de los aritenoides, recuperación de la luz de la laringe, el epitelio prolifera y oblitera temporalmente la luz, pero entre la 9 y 10 semana inicia la recanalización. Desarrollo de la laringe y epiglotis se forma 2 recessos laterales en la brinje y los ventriculos laringeos. Limitados por los pliegues vocales y pliegues vestibulares, los pliegue vocales dan a las cuerdas vocales. La tomatación epiglotica de la eminencia hipobronquial (arco) forma la epiglotis que protege en la entrada laringea. Mesodermos laringeos: se originan en los arcos bronquiales 4 y 6 involucrados por el nervio vago (X). La laringe se desarrolla después del nacimiento del adulto. Tráquea, bronquios y pulmones. Mitad de 4 semana derivan del intestino anterior a nivel de la caorta bota faringea, factor de crecimiento Tbx4, el embazo respiratorio porción caudal: tráquea bronquios y pulmones, porción caudal alveolos. al final 4 semana como bronquios principales: derechos e izquierdo final de la semana 5 subdividen bronquios primarios a bronquios secundarios, lobo izquierdo y derecho 7 sem bronquio secundario ramifican origen bronquios terceros o agregatorios.

8-9 derechos, 17 generaciones ramos bronquiales y los  
 bronquios respiratorios, nacimiento 7 generaciones termino 8-10 edad

**Pulmones** regulado por los genes factor de crecimiento transformante  
 (SgTGF- $\alpha$ ) receptor II para actrino, levf vi, II, Nodal 1 y Ptz2

**Anomalías:** Uendura laringea, fistulas traquea esofágica, agenesia  
 pulmonar maduración pulmonar dependen de las interacciones epitelio-  
 mesénquimo **Genes:** HoxA-5, HoxB-3-4-5-6, etapa pseudoglandular  
 12-13 divisiones de las vías aéreas, factor nuclear homólogo del  
 hepatocito, formación de vasos sanguíneos paralelos. **Etapa canalicular**  
 17-27 36 formación de membrana alveocapilar, producción del factor  
 calciforme pulmonar, HIF-4, TTF-1 - HNF-3. **Etapa sacolar**  
 semana 26 neumocitos tipo II y neumocitos tipo I = surfactante pulmonar

**Etapa alveolar.** Formación / división tubular, formación de bolsas  
 alveolares definitivos, bronquios terminales se dividen para  
 formar bronquios respiratorios 20-50 millones de alveolos  
 al nacimiento factores TTF-1 y BMP-4

# DESARROLLO SISTEMA NERVIOSO

La neurulación es el proceso de formación del tubo neural, que marca el inicio del desarrollo del sistema nervioso, comienza en el 3º semana del desarrollo humano. Proceso: **Ectodermo** situado sobre la notocorda somítica y se transforma en **neuroectodermo**, formando la **placa neural**. **Moléculas señalizadoras** la notocorda produce moléculas como la **notina** y la **cardina**, que bloquean la proteína morfogénica **soxa 4 (SMP-4)** para iniciar la diferenciación del ectodermo en tejido neural. **Placa neural** se identifica desde aproximadamente al día 18 del desarrollo y se distingue del ectodermo no engrosado. Se extiende desde la **región cefálica** (futuro **encefalo**) hasta la **región caudal** (futuro **medula espinal**). **Surco neural** la placa neural se hunde en la línea media, formando el **surco neural** y los **pliegues neurales**. **Cresta neural** las células en los pliegues neurales se diferencian en la **cresta neural**, que es **pluripotente** y tiene alta capacidad de migración. **Tubo neural** inicia entre los días **22±1** en la **región cervical** del embrión, los pliegues neurales y una cavidad llamada **conducto neural**. **Neuroporos** extremos abiertos del tubo neural comunicados con la cavidad amniótica, denominadas **neuroporo cranial** y **neuroporo caudal**. En el proceso de cierre del tubo neural progresa en direcciones **cranial** y **caudal**. el **neuroporo cranial** se cierra entre los días 24 a 26, **neuroporo caudal** se cierra entre los días 26 a 28. Separación del ectodermo durante su desarrollo, el tubo neural se separa del ectodermo superficial que formará la epidermis de la espalda. Señales moleculares el proceso es regulado por moléculas de adhesión celular (**cadherinas-E** y **cadherinas-N**), defectos del cierre del tubo neural fallas aneste proceso llevar a defectos graves, que son frecuentes y comprometen la vida y función del embrión. **Organización primaria del tubo neural** composición del tubo neural formado por una **cavidad** (**luz del tubo neural**) y una **pared** (**neuroepitelio**), el **neuroepitelio** es **pseudostratificado**, extendiéndose entre las membranas limitantes externa e interna. Actividad del **neuroepitelio** alta actividad mitótica, produce **células madre pluripotenciales**, estas células madre dan origen a todos los elementos del sistema nervioso central, excepto las **células de la microglía**. Formación de **neuroblastos**, las primeras células producidas por el **neuroepitelio** son los **neuroblastos** se distribuyen externamente al **neuroepitelio**, formando la **zona intermedia** (**capo del manto**), que dará lugar a la **substancia gris**. los **neuroblastos** emiten prolongaciones y forman la **zona marginal** (futuro **substancia blanca**). Se mantiene en toda la extensión del tubo neural y el **neuroepitelio**, original se convierte en la **zona ventricular**. **Histogénesis del sistema nervioso central**, la mayoría de las células del sistema nervioso se originan en las **células madre pluripotenciales** en el **neuroepitelio** del tubo neural. Excepción las células de la **microglía** proviene del **mesodermo** y las **células madre pluripotenciales** localizadas en el **neuroepitelio** expresan la proteína **nestina**. Se dividen múltiples veces y dan origen a **células madre bipotenciales**. Las células madre bipotenciales se diferencian primero en **neuroblastos**, se convierten en **neuronas multipolares** (**neuronas**) a través de **estados bipolares** y **unipolares**, las neuronas sobre **sinapsis** (frecuencia cardíaca, respiración)

arterial  
d  
y zona  
ción  
los  
zona  
nos  
ona  
dro-  
tas  
is),  
or-  
ira

Las células madre bipotenciales también se diferencian en células gliales, se convierten en células precursoras de astrocitos tipo II, oligodendrocitos, astrocitos tipo I y glia radial puede diferenciarse en células ependimarias y potencialmente en astrocitos tipo I. Células de la microglía actúa como macrófagos y se originan del mesodermo, representan monocitos modificados y solo se identifican después de la irrigación del sistema nervioso central.

**Cresta neural.** es una subpoblación de células situadas entre el ectodermo neural y la cresta de los pliegues neurales, la migración y diferenciación las células de la cresta neural se transforman en células mesenquimáticas y migran para formar diversos estructuras del sistema nervioso y otros órganos (corazón, epidermis, médula suprarrenal, glándulas del esófago Pax-7). Estas células se especifican durante la gastrulación y expresan los factores de transcripción snail-1 y snail-2, las concentraciones intermedias de BMP son necesarias para su determinación.

**Derivados de la cresta neural,** craneal ganglios de nervios craneales, músculos del iris, epitelio de la córnea, mesénquima cartilaginosa (elementos óseo y cartilaginosos), colonización de áreas faringéas, circunfaringea células cardíacas (nódulo auricular, ventrículo, válvulas semilunares), neuronas del sistema nervioso entérico, contribución al timo, paratiroides y células parafoliculares de la tiroides. Troncal ganglios raquídeos, cadenas ganglionares simpáticas y parasimpáticas, médula suprarrenal, melanocitos, células de Schwann.

**Vesículas cerebrales.** 4º semana, el tubo neural da lugar a las vesículas cerebrales primarias: prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo, las vesículas primarias presentan 3 dilataciones que se convierten en las partes principales del cerebro y flexiones en el embrión resultan en la acodadura esférica y cervical. 5º semana las vesículas cerebrales primarias se dividen en vesículas cerebrales secundarias: telencéfalo, diencéfalo, mesencéfalo, metencéfalo y mielocéfalo, el telocéfalo se divide en vesículas telencefálicas que formarán los hemisferios cerebrales, se forma la acodadura pontica entre el metencéfalo y mielocéfalo.

**Vesículas cerebrales y sus derivados, telencéfalo:** Hemisferios cerebrales, **diencéfalo:** Epitálamo, talamo, hipotálamo, infundíbulo, **mesencéfalo:** Cerebro medio. **Metencéfalo:** puente (protuberancia) y cerebelo, **mielocéfalo:** bulbo raquídeo.

**Sistema ventricular y líquido cefalorraquídeo.** Sistema ventricular representa la luz del tubo neural, por donde circula el líquido cefalorraquídeo. Ventrículos: Ventrículos laterales, I y II en los hemisferios cerebrales, tercer ventrículo en la cavidad del diencéfalo, cuarto ventrículo en el metencéfalo y mielocéfalo. conducto

**Ependimario:** en la médula espinal. **Líquido cefalorraquídeo (LCR):** circula por el sistema ventricular y baña extremadamente al sistema nervioso central: producción generado por los plexos coroides en los ventrículos laterales y el tercer y cuarto ventrículo, función protege al sistema nervioso central y al permitir que este flote, volumen y producción 150ml de producción 500ml/día.

**Drainaje y reabsorción del LCR,** abandonan el sistema ventricular a través de la apertura mediana (agujero de Magendie) y las aperturas laterales (agujeros de Luschka) en el cuarto ventrículo.

**Módulo espinal** su estructura, cilíndrica, alojada en el conducto vertebral ocupa dos tercios superiores, compuesta por una pared y una cavidad interna llamado conducto espondilar, zona central (sustancia gris) y zona externa (sustancia blanca). Desarrollo inicial formada por la porción no dilatado del tubo neural, desarrollo comienza en 4ª semana, células neuroepiteliales forman una capa neuroepitelial pseudoestratificada, zona ventricular, intermedia y marginal se forman progresivamente. **Zonas y placas**: zona ventricular: células que se dividen por mitosis, zona intermedia (de mano): diferenciación en neuronas, astrocitos y oligodendrocitos, zona marginal: forma la sustancia blanca, placas a las astas posteriores (sensitivas), placas basales astas anteriores (motoras), crecimiento y diferenciación axones de neuronas forman raíces dorsales y ventrales, módulo espinal crece más lento que la columna vertebral, causando diferencias en la longitud, formación de la cauda equina debido a la diferencia de crecimiento. **Meninges** son membranas que protegen al sistema nervioso central, Formadas por la condensación del mesénquima que rodea al tubo neural. **Capas de las meninges**: Duramadre: capa externa, gruesa y protectora. Piamadre: capa interna delgada y vascular, en contacto directo con el sistema nervioso central. Aracnoides: capa intermedia, junto con la piamadre forman las leptomeninges, desarrollo formación la meninge primitiva se desarrolla en la quinta semana de gestación, espacio subaracnoideo aparecen espacios llenos de líquido cefalorraquídeo. Piamadre: participa en la formación de la teja coroidea y los plexos coroideos, que producen el líquido cefalorraquídeo. Aracnoides absorbe el líquido cefalorraquídeo y lo dirige hacia los senos venosos a través de las velosidades aracnoides.

**Mielinización de la médula espinal** realizado por los oligodendrocitos se originan oligodendroblastos en el neuroepitelio, tienen múltiples prolongaciones que se enrollan alrededor de las fibras nerviosas, producción mielina comienza alrededor del cuarto mes de la etapa fetal y continúa hasta el primer año de vida posnatal. La mielina es una sustancia blanquecina que se acumula en las capas periféricas de la prolongación.

**Fibras nerviosas extramodulares** la mielinización es realizado por las células de Schwann en las fibras nerviosas fuera de la médula espinal.

**Encefalo y tallo encefálico** formación a partir 5ª semana, tras la consolidación de las vesículas cerebrales secundarias, vesículas cerebrales secundarias. Vesículas cerebrales secundarias: Rombencefalo Cerebro posterior, metencefalo: forma el puente (proteccion) y el cerebelo. mielencefalo, forma el bulbo raquídeo. Mezencefalo (Cerebro medio) permanece como mesencefalo. Prosencefalo (Cerebro anterior) Telencefalo da origen a las hemisferios cerebrales, diencefalo: forma el epitalamo, talamo, hipotalamo o infundíbulo. Rombencefalo Cerebro posterior: división del rombencefalo se originan el metencefalo y el mielencefalo, que juntos forman el tallo encefálico, mielencefalo: da origen al bulbo raquídeo que controla funciones automáticas (digestión, frecuencia cardíaca, respiración)

diferencias en porciones: caudal (similar a médula espinal) y rostral (similar al puente), núcleos gráciles, cuneiformes, pirámides, olivas bulbares.

Neotencéfalo: origina el puente (protuberancia) y el cerebelo, cavidad amplia representando la porción rostral de 4 ventrículo, núcleos pontinos, oferentes somáticos (VI par craneal), oferentes viscerales especiales (V y VII pares craneales).

Desarrollo del cerebelo: se forma a partir de los lobos rombóicos y crece hacia la línea media, formación lobulo flocculonodular, vermis, hemisferios cerebelosos, capas germinales, granular externa o interna, celulas de Purkinje.

Plexos coroideos (techo esponjoso) del cuarto ventrículo recibiendo por la piamadre forma la tela coroidea, producción de líquido cefalorraquídeo que circula por el sistema ventricular y se absorbe en los senos venozos dóroales, al mesencéfalo (cerebro medio) entre el diencefalo y el metencefalo esta involucrado en la visión y audición, esenciales para la supervivencia de la especie, la estructura y componentes con placas abies migran dorsal y lateralmente, forman los calículos superiores e inferiores (tubérculos cuadriláminos) para relevo de conexiones visuales y auditivas.

Placas basales organizan núcleos aferentes somáticos: origen de los pares craneales III (Coelomotor) y IV (ocular) y organizan núcleos eferentes viscerales generales núcleos de Edinger-Westphal controlan músculos constrictores pupilares y ciliosos.

Sistema ventricular presenta al acueducto cerebral (de Silvio) con calibre reducido, otra estructura núcleos rojos y sustancia negra: origen incierto y probable placas basales, pedúnculos cerebrales: contienen fibras cerebroespinales, frontopontinas y temporopontinas, división en partes techo región donde se localizan los acueducto cerebral, región peduncular área con pedúnculos cerebrales.

Prosencefalo (cerebro anterior) Prosencefalo se divide en diencefalo y telencefalo, diencefalo forma tálamo, hipotálamo, epitálamo y el lobulo posterior de la hipófisis, el infundíbulo forma la neurohipofisis.

Telencefalo da lugar a los hemisferios cerebrales y los ventrículos laterales, se forma el corpo calloso y la corteza cerebral, inicialmente lisa, se pliega durante el desarrollo, y sus áreas se organizan en sustancia gris (corteza) y sustancia blanca (fibras), hipofisis se forma por la fusión del infundíbulo (de diencefalo) y la bolsa hipofisaria. Comisuras cerebrales conectan los hemisferios cerebrales, como el corpo calloso y el fornix, facilitando la comunicación entre distintas áreas cerebro.

Regulación molecular del desarrollo del sistema nervioso central

Patrón craneocaudal inductores neurales: notina, cordina y fosforina producidos por el notocordio inhiben BMP-4, induciendo la formación de neuroectodermo.

Genes y señales prosencefalo/mesencefalo: Wnt-8, Otx-2, rombencefalo/médula espinal: Wnt-8, Gbx-2, telencefalo Fgf-8 shh, hemisferios cerebrales Foxg-1 y tálamo shh.

Segmentación de médula Fgf-8, genes homeosecuencia: Otx-2, Gbx-2, Lim-1, Engrailed 1 y 2, Hox, Gbx-1, organizador istmico.

Influencia Wnt-7 y Fgf-8 en la formación mesencefalo y rombencefalo.



Patrón dorsoventral, genes iniciales PAX-3, PAX-7, Msx-1, Msx-2.  
Dorsalización, placa del suelo: shh inhibe PAX-3 y PAX-7, ventrali-  
zando el tubo neural, placa del techo: BMP-4, BMP-7 facilitan la acción  
 PAX-3 y PAX-7 dorsalizando el tubo neural.

Sistema nervioso periférico Neuritas (dendritas y axones) emergen  
 de los neuroblastos y el axon crece considerablemente para formar  
 sinapsis con un sitio objetivo. El cono de crecimiento en las neuritas  
 omite filópodos que exploran su ruta guiados por moléculas atrayentes  
 (netrinas) y repelentes (semáforinas). Permiten orientación neuritas  
 La apoptosis regula cantidad final de neuronas que forman sinapsis

Nervios raquídeos forma final 4<sup>º</sup> semana con los axones de los  
 neuroblastos motores, nervios raquídeos función mixta (sensitiva y  
 motora) y son mielinizados por las células de Schwann, se originan  
módulo espinal y tiene segmentario, inervando regiones específicas  
 del cuerpo, conocidos como dermatomas. Nervios craneales se  
 desarrollan 5<sup>º</sup> y 6<sup>º</sup> semana, son doce pares, los nervios craneales  
 tienen orígenes diferentes: el I (olfatorio) y el II (óptico) provienen  
 de la mucosa olfatoria y la retina, respectivamente, el resto  
 se origina en el tallo encefálico. existen nervios sensitivos, motores  
 y mixtos. Sistema nervioso autónomo: controla involuntarias como  
 la actividad de glándulas, matibilidad digestiva, frecuencia cardíaca,  
 se divide en simpático (relacionado con el estrés) y parasimpático  
 (relacionado con funciones viscerales anabólicas). Simpático se  
 origina en la médula espinal (T1-L2) y tiene ganglios distantes  
 del sitio de inervación. Parasimpático se origina en los nervios  
craneales y regiones sacras, con ganglios cercanos al destino.