



Mi Universidad

**DESARROLLO DEL SISTEMA
MUSCULAR**

Blanca Janeth Castellanos Sánchez.

Biología del desarrollo.

Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas.

Licenciatura en Medicina Humana.

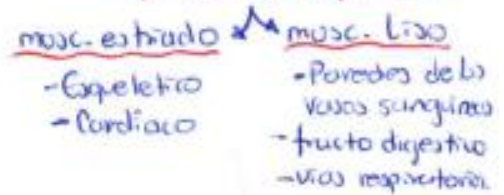
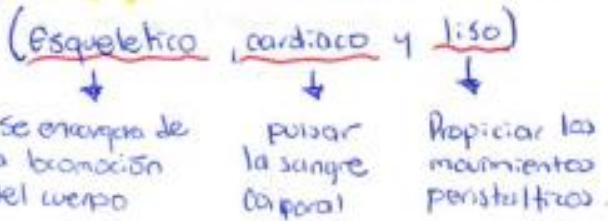
Primer Semestre. grupo C

Comitán de Domínguez Chiapas, a 26 de noviembre de 2024.

CAP 18

DESARROLLO DEL SISTEMA MUSCULAR

→ 2 tipos histológicos, dependiendo de sus células si presentan o no una distribución repetitiva de proteínas miofibrilares



Mesodermo: se origina la mayoría de los músculos en el adulto y otros se originan del **ectodermo** (musc. intrínsecas del ojo, de las glándulas mamarias y sudoríparas), y otros del **mesenquima** (musc. vasos sanguíneos).

celulas miogenicas
↓
celulas donde surge el musculo.

MÚSCULO ESTRIADO ESQUELÉTICO:

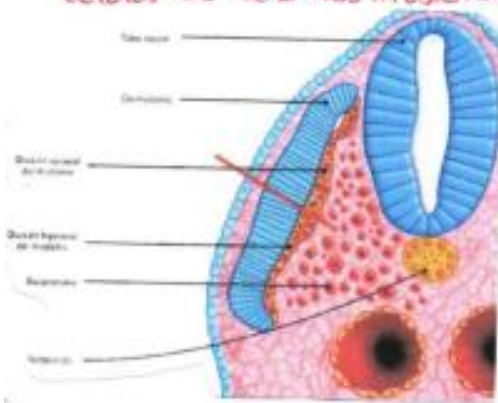
(la mayor parte se desarrolla a partir del miotoma de los somitos, y también se origina el mesodermo paraxial).

Cada fibra del MEB pasa por las fases:

- † célula mesenquimática-miogénica (mioblasto)
- † mioblasto posmitótico.
- + Miotubos
- † fibra muscular.

→ las fibras musculares esqueléticas son células alargadas multinucleadas con núcleos localizados en la periferia por debajo de la membrana celular, con estrías transversales, inervadas por el SN somático o voluntario.

(Para la vida prenatal, para generar músculo, se requiere células de satélites musculares).



REGULACIÓN DE LA MIOGÉNESIS

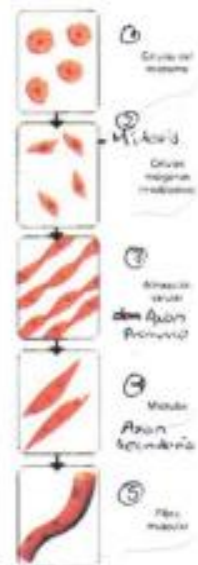
la diferenciación de células musculares estera dada por un conjunto de factores reguladores miogénicos.

> El dermatoma del extremo dorso-lateral expresa el gen **Myo-D**, migra para formar la musculatura de los miembros y la musculatura hipomérica de la pared muscular corporal

> Para que el gen **Myo-D** se exprese es necesario que el mesodermo lateral secreta **BMP-4** y el ectodermo supratrabecular secreta **Wnt**.

> La activación del **Myo-D** estera dada por factores de transcripción como **Pax-3** y **Pax-7**

> Cuando se une el **Myo-D** al activador **E-12** aumenta la eficiencia del gen, cuando el **Myo-D** se une al inhibidor transcripcional **Id** se inactivan los genes específicos del músculo esquelético.



Cuadro 18.1. Diferencias entre las fibras musculares rápidas y lentas.

	MUSCULO RAPIDO	MUSCULO LENTO
Mioma pasado	Desmiomero de cadena pesada	Desmiomero de cadena pesada
Mioma ligero	• Una cadena de LC ₁ • Dos cadenas de LC ₂ • Una cadena de LC ₃	• Dos cadenas de LC ₁ • Dos cadenas de LC ₂
Fibras	Largas	Cortas
Intensidad	Fibras numerosas	Fibras escasas
Miastenias	Escasas	Abundantes
Retículo sarcoplásmico	Liberación rápida de Ca ²⁺	Liberación lenta de Ca ²⁺
Acido láctico	Escaso	Abundante
Metabolismo	Poco importante	Muy importante
Mioglobina	Baja	Abundante

Existen 2 tipos de fibras musculares:



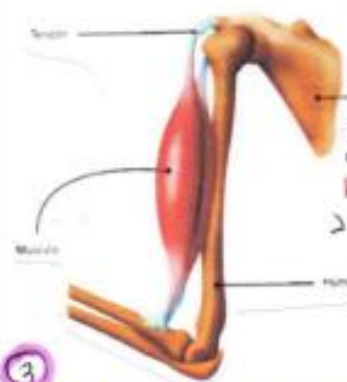
Algunos ejemplos de donde se encuentran: pectoral del musculo palmar menor, pectoral mayor, trapecio y cuadrado femoral.

Cuadro 18.2. Origen embriológico de los músculos craneales.

ORIGEN MESODERMICO	DERIVADO MUSCULAR	NERVIOS
Somitos 1 a 7 y placa prevertebral	Extremidad del ojo	Paros craneales III y IV
Somitos 4	Masticadores	Par craneal V
Somitos 5	Riño lateral	Par craneal VI
Somitos 6	Masticadores y del segundo arco faríngeo	Par craneal VI
Somitos 7	Del tercer arco faríngeo	Par craneal IX
*Somitos 1 y 2	Lengüetas anteriores	Par craneal X
*Somitos 2 a 3	De la lengua	Par craneal XI
	*Somitos occipitales	

ALTERACIONES DEL SISTEMA MUSCULAR

- Secuencia de Poland:
- Sa de abdomen en ciruela pasa: (Sa de primer belly o de trieta).
- Distrofia muscular:
- Artrogriposis congénita múltiple:



Neurogénesis muscular:

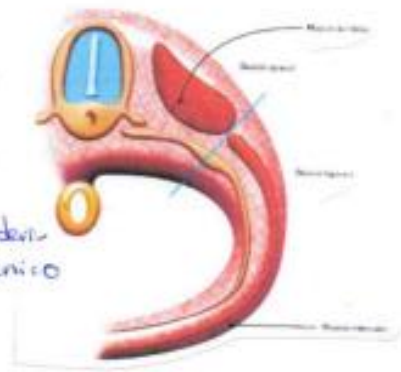
En el S3 sem, cada miotoma de un somite está dividido en un epimero y un hipomero.

Los mioblastos de los epimeros:

- Musc. extensores del cuello y columna V.

Los mioblastos de los hipomeros:

- Musc. de las extremidades y de la pared corporal.



MUSCULO ESTRIADO CARDIACO:

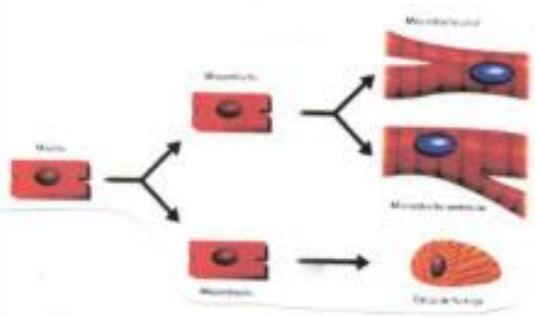
Se origina de la hoja espláncica del mesodermo lateral y tiene la capacidad de contraerse de forma espontánea.

Los celulos musc. cardiacos derivan del mesodermo espláncico (espláncico-pleuris).

MUSCULO LISO

Así todo el musculo liso se origina del mesodermo espláncico, aunque en algunas regiones puede originarse del mesodermo o del ectodermo.

- mesodermo espláncico
 - mesodermo lateral
- la musc. lisa del tubo digestivo y respiratorio se origina de:





Mi Universidad

**DESARROLLO DEL SISTEMA
RESPIRATORIO**

Blanca Janeth Castellanos Sánchez.

Biología del desarrollo.

Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas.

Licenciatura en Medicina Humana.

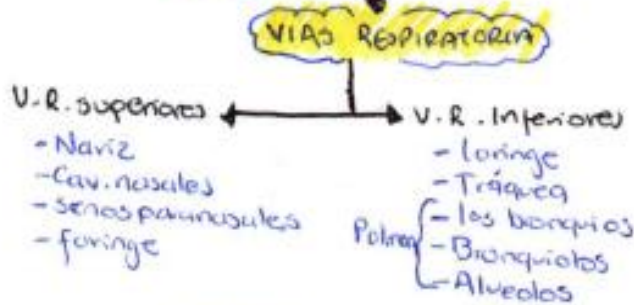
Primer Semestre. grupo C

Comitán de Domínguez Chiapas, a 02 de diciembre de 2024.

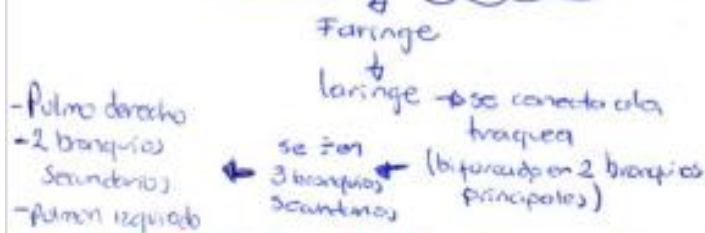
CAP 21

DESARROLLO DEL SISTEMA RESPIRATORIO

2) Constitución morfológica definitiva del sistema respiratorio.



AIRE INGRESA AL ORGANISMO POR LAS FOSAS NAZALES



Naviz y cavidad nasal

Naviz:

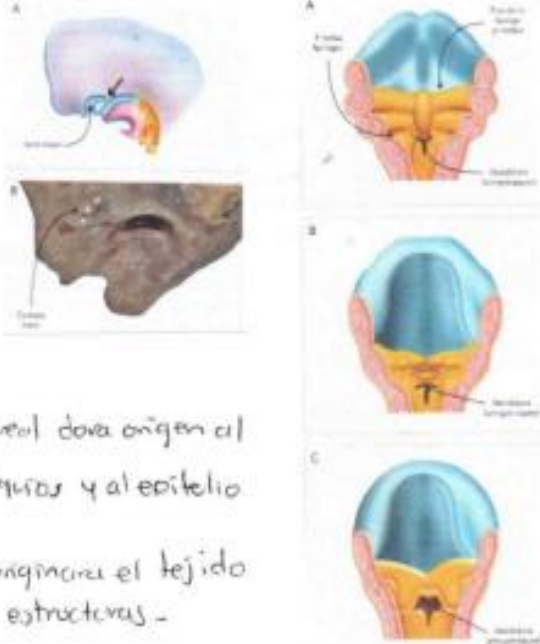
- se desarrollan la porción lateral de la prominencia frontonasal (4ª sem). → originados crestas neurales.
- La primera manifestación son 2 engrosamientos oculares bilaterales del ectodermo → Placodas nasales.
- Prominencia nasal med y lat. → fosas nasales → entre ellas el saco nasal primitivo.
- las fosas nasales se profundizan → surcos nasales → cavidad nasal primitiva → se unen → 4 forman
- En las paredes laterales de la cavidad nasal se desarrollan los cornetes superior-medio-inferior y Epitelio olfatorio



Epitelio que reviste la hendidura laringo-traqueal se divide en 3 partes

- cefálica
- media
- caudal.

Epitelio que reviste la Faringe



Laringe y Epiglotis: (4ª semana).

- El endodermo que reviste la hendidura laringo-traqueal da origen al epitelio y las glándulas de la laringe, tráquea y bronquios y al epitelio pulmonar.
- El mesodermo esplúcnico que rodea la hendidura origina el tejido conjuntivo, el cartilago y el músculo liso de estas estructuras.

1) Los pulmones:

- Órgano central
- Encargado de la oxigenación de la sangre → membranas alveolar.
- Formado por células del endodermo y mesodermo

Cubierto por:

Pleura visceral
↓ (cav. interpleural) → contiene (líq. pleural)
Pleura parietal

3) Morfogenesis del S. Respiratorio.

El S.R comienza a desarrollarse a la mitad de la 4ª sem. cuando el piso del intestino anterior aparece la hendidura laringo-traqueal de la línea media a la altura de la III, IV y VI bolsa faríngea

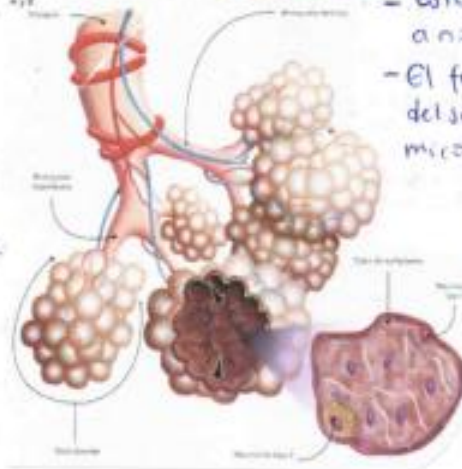
TRÁQUEA, BRONQUIOS Y PULMONES

hendidura laríngeotracheal

↓
divertículo laríngeotracheal

↓
lleno broncopulmonar

↓
tubique traqueobronquial



- Estos derivan del intestino anterior a nivel de la 4ª bolsa faríngea

- El factor Tbx-1 determina la presencia del surco que separa el esbozo endodérmico del intestino anterior.

(surco laríngeotracheal).

- Pared de la tráquea: el mesodermo esplénico desarrolla

→ lámina propia

• la submucosa

• músculo liso

• cartilago hialino.

1 Maduración pulmonar

- ETAPAS
- 1 Pseudoglandular
 - 2 Canalicular
 - 3 Sacular
 - 4 Alveolar

Genes involucrados en el proceso de desarrollo del pulmón

- Hoxa-5
- Hoxb-3
- Hoxb-4
- Hoxb-5
- Hoxb-6

Patologías:

- Enf. hialina (Sx de dif. resp.)
- Hendidura laríngea.
- Fístula traqueobronquial
- Agenesia pulmonar.

ETAPA SEUDOGLANDULAR 1

- * ocurre entre la 5 y 16 Sem
- * Participa el F-transcripción (F-nuclear homólogo → del hepatocito (HNF-1))
- * Presencia de tubos respiratorios (forman los vasos sanguíneos)
- * Proliferación de células mesenquimáticas estimulada por genes Hedgehog.

ETAPA CANICULAR 2

- * Presenta en la sem 16 y 27
- * Crecimiento importante de los tubos resp. (bronquios y bronquios terminales), vasularizando.
- * Factor surfactante pulmonar
- * Factores de transcripción:
 - HNF-1
 - YTF-1
 - Factor nuclear → hepatocito. (HNF3-a).
- * Se puede de pulmón incompatible con la vida como viable.

ETAPA SACULAR 3

(5 año terminal)

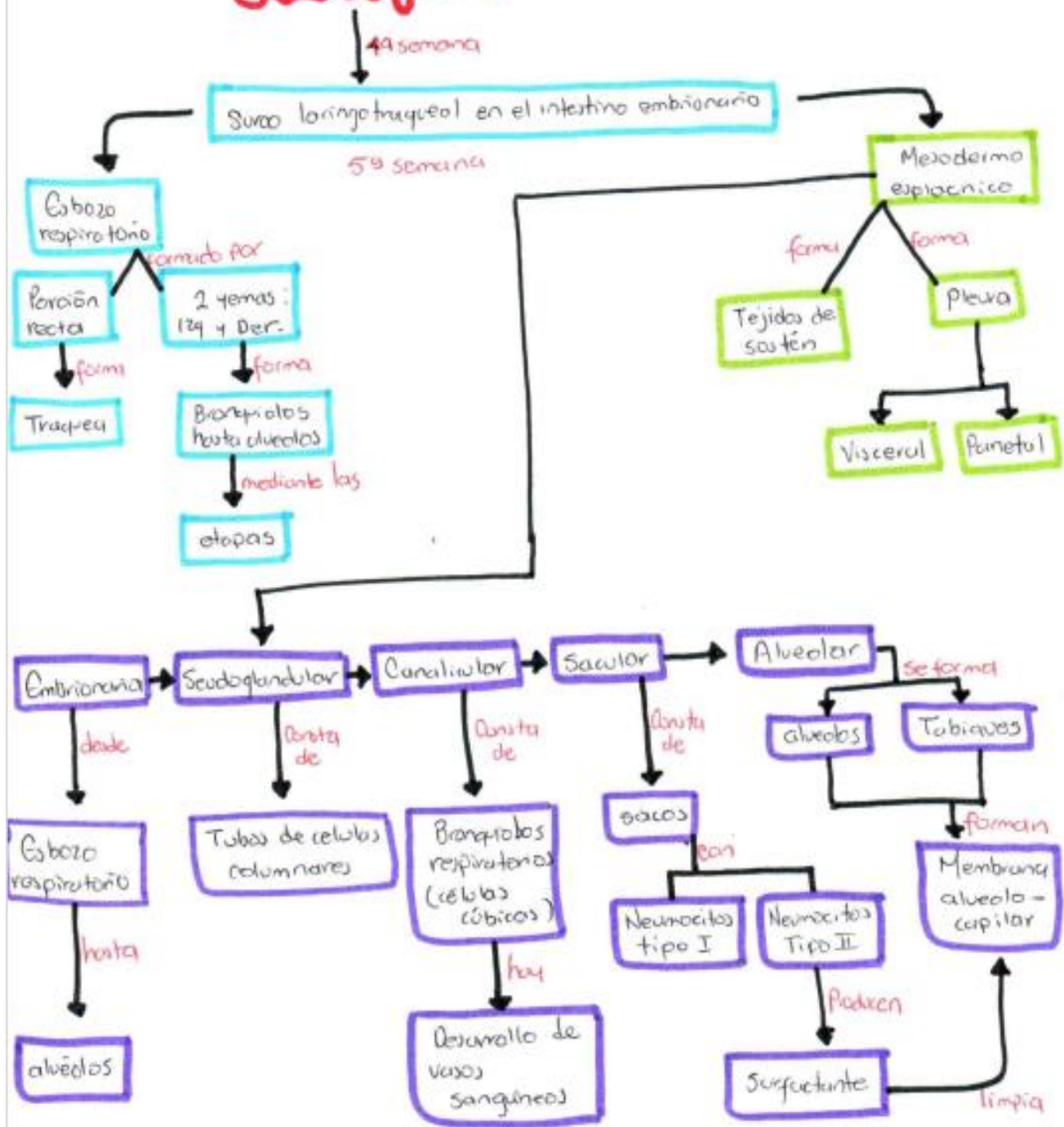
- * Semanas 26 al término de la gestación.
- * Incremento de sacos terminales y el adelgazamiento de su epitelio; formado por células planas y cubicas, separados por el tubique
- * Se diferencian los neumocitos tipo II que originan al tipo I
- * Al nacimiento la membrana alveolocapilar permite el intercambio gaseoso; formada por neumocito tipo I, lámina basal del alveolo, la del capilar y célula endotelial.

ETAPA ALVEOLAR 4

(postnatal).

- Formación de los bolsos alveolares o alveolos definitivos
- lobulillos pulmonares → unidad estructural.

Sistema respiratorio





Mi Universidad

**DESARROLLO DEL SISTEMA
CARDIOVASCULAR**

Blanca Janeth Castellanos Sánchez.

Biología del desarrollo.

Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas.

Licenciatura en Medicina Humana.

Primer Semestre. grupo C

Comitán de Domínguez Chiapas, a 02 de diciembre de 2024.

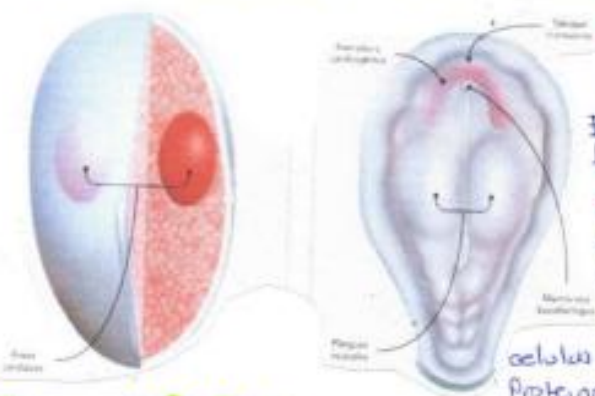
CAP
22

Desarrollo del sistema cardiovascular

El corazón, órgano central de A. Circulatorio, su función es impulsar sangre a todo el cuerpo a través de los vasos sanguíneos, actúa como bomba y está compuesto por 3 capas: **Endocardio**, **Miocardio**, **Epicardio**. Ubicación: Torax entre los pulmones y el esternon, sobre el diafragma, cubierto por tejido fibroso (Pericardio Parietal). Formación: 4 cavidades: 2 **atria** (**Aurículas**), 2 **ventrículos** (**derecho e izquierdo**), separados por un esqueleto fibroso que sostiene a las valvulas atrioventriculares, que regulan el paso de la sangre de las atrias a los ventrículos: **Valvula tricúspide y mitral** y otras 2 que controlan la salida de los ventrículos a los arterias **Valvula pulmonar y aórtica**.

Se encuentran 3 tabiques o septos: **tabique interatrial**, **tabique interventricular** y **tabique atrioventricular** (la cual separa la sangre venosa a derecha e izquierda, el atrio derecho desemboca la vena cava sup y vena cava inf, junto con los senos coronarios, en el atrio izquierdo desemboca 4 venas pulmonares, una vez circulando la sangre sale de 2 grandes arterias (**tronco pulmonar y la aorta**).

El corazón se subdivide en: **Sistema coronario** y el **sistema de circulación**, que generan impulso generado por el **Nodo sinusal**.



2 Etapa Pre-cardiogénica

(Período de gastrulación (día 18.21)).

El embrión adopta una forma pentágona, constituido por 3 capas germinales: **Ectodermio**, **mesodermio** y **entodermio** futuras arañas cardíacas, ubicada en el mesodermio, alado de la línea primitiva del **nodo primitivo**.

Los **cellos precardiáceos** inician su diferenciación a **celulas cardíacas** a través de señales moleculares mediante **Proteínas morfogenéticas** **area 2 (BMP-2)**, **factor de crecimiento de fibroblastos** **4 expresado NK-2.5, Mef2 y GATA-1** en el mesodermio de la **brea cardíaca**, iniciando su diferenciación a **miocardiocitos**.

En el período de gastrulación tardía los extremos cefálicos se cierran y forman una "U" invertida constituyendo la **hendidura cardiogénica** situada cefálica de la **membrana bucofaríngea** y los **Plicares neurales**, y caudal al **tabique transversal**.

3 Desarrollo del corazón embrionario

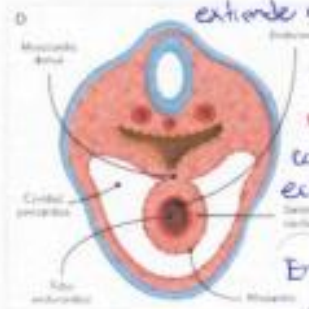
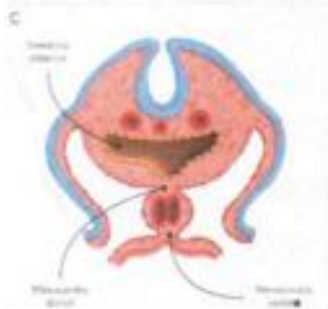
(4ª semana). Cuando se fusionan las **primordias miocardiáceas** y se forma el **tubo cardíaco primitivo**, este se flexiona para situar las cavidades del corazón en su en posición definitiva, después se desarrollan **primordias endoteliales** que se convertirán a las **estructuras cardíacas definitivas**.

etapas de pre-asa: Formación del tubo cardíaco primitivo.



Proceso de flexión o tubulación (día 18.5).

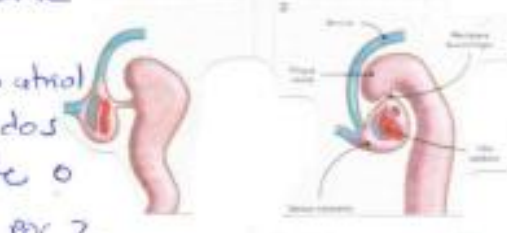
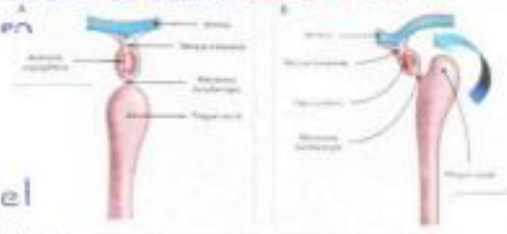
Iniciándose la segmentación del mesodermo y el desarrollo del tubo neural, el intestino primitivo y las paredes del cuerpo. Adopta forma tubular alargada en sentido cefalocaudal.



El mesodermo forma la **notocorda** en la línea media y se extiende al revestimiento gutatorial, el **mesodermo** comprende 3 segmentos: **Mesodermo axial** (dorsal origen a los somitos), **mesodermo intermedio** (deriva sin somitos) **mesodermo lateral** forma 2 hojas selladas formando una **cavidad celoma intraplacentaria** y da origen al **ectodermo** formando la **somatopleura** y la otra formada del endodermo formando la **esplanopleura**.

En el día (22.5) se constituye un único tubo miocardíaco o tubo cardíaco primitivo, formado por una luz central limitada por una capa de células endocárdicas - gelatinosa de Davis o cardíaca. En la etapa pre-asa el tubo (coacción) se flexiona de lateral a **axo-bulboventricular** adelantando el tubo en forma de "S".

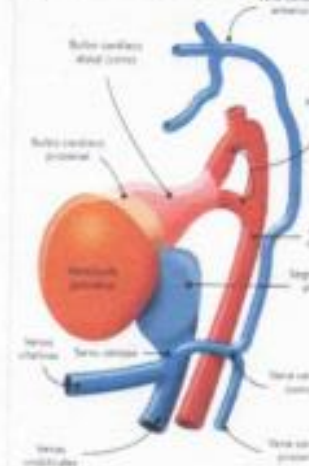
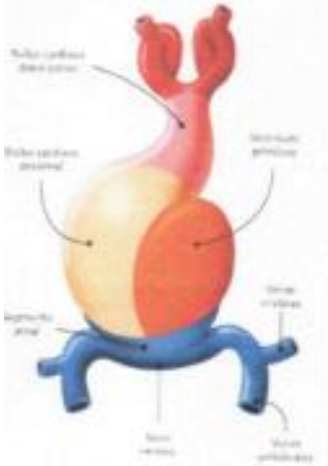
En el día (22.5) se constituye un único tubo miocardíaco o tubo cardíaco primitivo, formado por una luz central limitada por una capa de células endocárdicas - gelatinosa de Davis o cardíaca. En la etapa pre-asa el tubo (coacción) se flexiona de lateral a **axo-bulboventricular** adelantando el tubo en forma de "S".



Etapa asa: Flexión del tubo Cardíaco primitivo.

Sufre un proceso de rotación y torsión para formar el asa bulboventricular. La torsión del corazón aumenta y toma forma de "C" y comienza a ramparse el mesocardio dorsal libera la mayor parte del tubo, las células se alinean perpendicularmente a la luz del corazón.

El corazón aquí está constituido caudal por el segmento atrial y cefalica por el asa-bulboventricular: formada por dos ramas: 1) ascendente: o bulbo cardíaco 2) descendente: o ventrículo primitivo. El bulbo cardíaco está constituido por 2 porciones, el caudal o porción distal y el que da origen a las intubulaciones ventriculares y la porción proximal caudal al segmento atrial se forma el **cono venoso**.



Factores relacionados:

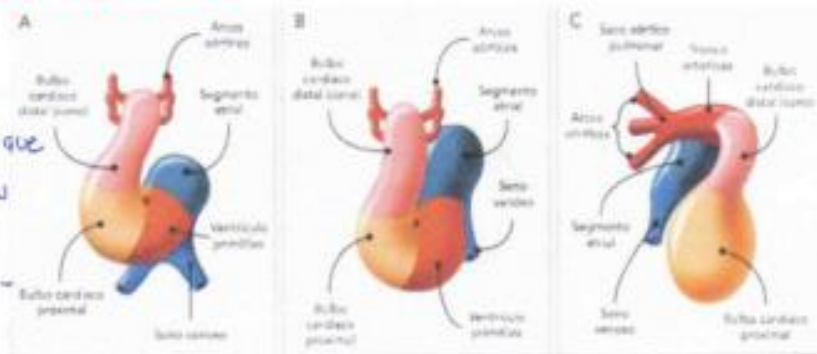
NKX2.5, MEF-2, ácido retinoico d-HAND en la parte caudal y de e-HAND en la parte caudal del asa bulboventricular.

Etapa de Pos-asa: esbozos septales

y valvulares.

(día 26-28±1)

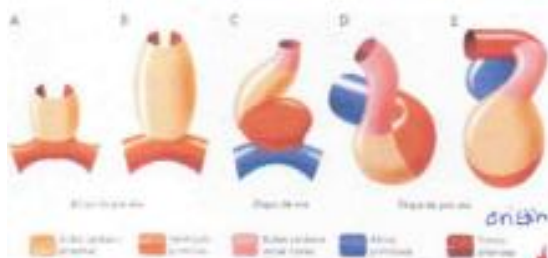
Atra cambios en su morfología y que determinara que las cavidades atriales y ventriculares queden ubicadas en posición final. Se posicionan ventro-dorsal que mentando durante el desarrollo y el corazón adopta forma



de "U" con porción transversal quedando constituido el ventriculo primitivo y porción proximal del bulbo cardíaco, entre ambos surcos y separando las paredes mediales del bulbo se forma una cresta prominente: **cresta bulboventricular**, también aparece el **segmento troncal** que une al corazón con el **saco aórtico**, en esta etapa aparece el **capa visceral del pericardio o epicardio**. El epicardio aparece la 4.ª intema que interactúa con la molécula de adhesión VCAM-1 evasculu y miocardio.

Cavidades cardíacas primitivas

Delimitadas por surcos o crestas, 2 surcos marcados separan 2 regiones: **surco prospectivos interventriculares derecho e izquierdo**. En esta etapa aparece el cono y segmento atrial. A fin de la 4ta semana ya están presentes todas las cavidades del corazón.



Estirpes o linajes

celulares del corazón

El corazón definitivo es originado de 4 estirpes 1) **celulas de hoja dorsal cardiogenica.**

- 2) **celulas del mesenquima pericardioes.**
- 3) **celulas de las crestas neurales crurales.**
- 4) **celulas del organo prepericardico.**



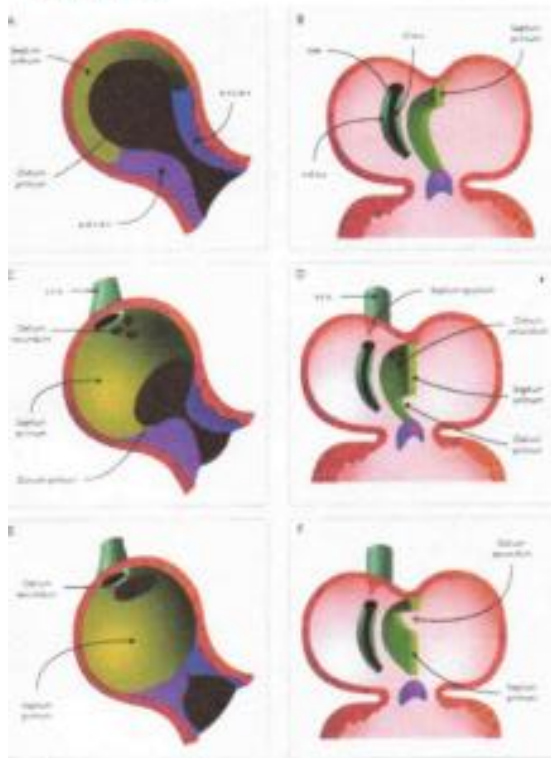
Gelatina cardiaca

ó de Davis, es una matriz que se forma desde el desarrollo del tubo cardíaco primitivo y se va poblando de celulas mesenquimales de origen endocardico, formando en mesenquima del que surgen los primordios o esbozos de las tuberculas internas del corazón y sus valvulas atrioventriculares y arteriales.

4 Desarrollo de los atrios y uniones venoatriales.

Atrios primitivos:

Aparecen en la etapa -asa. (Día 22 ± 1). Situados en posición caudal. El atrio primitivo derecho (derecho) y el atrio primitivo izquierdo (a la izquierda). Ambos continúan rostralmente a través del segmento canal atrioventricular y en su porción dorsal el seno venoso que desemboca por un orificio único **Orificio sinusal**.



seno venoso: atrio derecho definitivo

(Día 22 ± 1). Los atrios se expanden dorso-caudalmente para recibir un canal venoso extra-pericárdico. Los senos venosos primitivos que también reciben a la vena vitelina, umbilical y cardinales. Los senos en la etapa tor-asa se fusionan y forman **un seno venoso único**. El seno V. tiene forma **ovoidal** y aplana, en sentido ventrodorsal, constituido por una porción dorsal (porción transversa) y 2 extremos laterales distribuidos cuencos dor e izq.

Las válvulas del seno se unen en su extremo caudal formando **septum secundum** de forma una estructura muscular gruesa conocida como cresta terminal marcando el límite entre la porción sinusal lisa y paramedial. El desarrollo del conducto venoso produce la obliteración progresiva de las venas vitelinas y umbilicales.

La porción proximal del cuerno tras dar lugar a seno venoso coronario, si la vena derecha no se obstruye de manera adecuada se entenderá del orificio de la vena caud. izq. o el de la vena cava int. conocida como **rect de chiani**, también puede formar un embolique dentro del atrio derecho conocido como **Car tripartitum derecho**.

Septación atrial: tabique interatrial definitivo

El primer esbozo de septación lo forma el septum primum en el (Día 28 ± 1), en forma de **creciente** con sus extremos dirigidos hacia el canal atrioventricular, el borde libre concavo del septum y los almohadillo dorsales y ventral delimitan una amplia comunicación entre las mitades dor e izq. denominada **Foramen Primum** que permite el paso de la sangre de derecha a izq. La porción central (orificio o zona oval) constituido por el septum primum y un anillo o limbo.

⑤ Unión atrioventricular

La unión entre los segmentos atrial y ventricular se realiza a través del canal atrioventricular, que da origen al tabique atrioventricular y participa en el desarrollo de las válvulas atrioventriculares y de los tabiques atrial y ventricular.

Canal atrioventricular

Cuando se fusionan las almohadillas, dividen el canal atrioventricular en 2 orificios donde se forman las válvulas tricoides y mitral. Este canal une la cavidad bulboventricular con los atrios, externamente muestra 2 surcos. 1) **Surco atrioventricular derecho e izquierdo** que corresponde a los crestos.

En el interior del canal atrioventricular, en sus bordes ventrosuperior y dorsoinferior aparecen 2 grandes masas de tejido mesenquimatoso almohadillas o cojines endocardias. El miocardio secreta **los adherones** (compuesto de glucoproteínas) que inducen al endocardio perdiendo moléculas de adhesión (N-CAM), las almohadillas endocardias crecen progresivamente hasta que se encuentran fusionadas cierran el canal en orificio derecho e izquierdo.

Válvulas atrioventriculares

Las orillas valvulares atrioventriculares (parte de las velas valvulares) derivan del tejido de las almohadillas que rodea a los orificios atrioventriculares, el tabique musculotendinoso se deriva como consecuencia del proceso de **diverticulización y sacavamiento**. Estos procesos avanzan en dirección caudocefálica liberando un manivuto o faldón miocárdico, las porciones celulares son liberadas totalmente del miocardio constituido conjuntamente con el tejido de las almohadillas que rodean a los orificios atrioventriculares, las cuerdas tendinosas.

⑥ Segmento ventricular

Los ventrículos definitivos son estructuras complejas y están constituidos por una porción trabeculada, una porción de entrada y una porción de salida o infundíbulo. Originadas del tubo cardíaco primitivo.

Porción trabeculada

La porción trabeculada del ventrículo derecho se desarrolla de la porción proximal del bulbo cardíaco y la porción trabeculada del ventrículo izquierdo. Del ventrículo primitivo se da la estructura interna del asa bulboventricular forma una cresta llamada **Epiplon bulboventricular**.

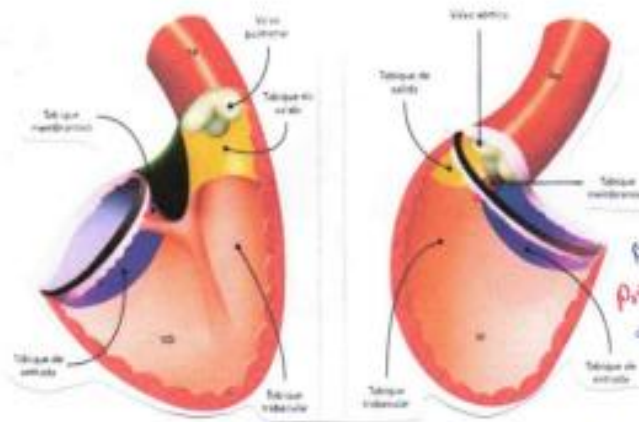
Porción de entrada ventricular

Se desarrolla a partir del ventrículo primitivo en su porción dorsoinferior, el proceso de diverticulización miocárdica contribuye a la formación de las aperturas valvulares atrioventriculares.

Porción de salida o infundíbulo

Se desarrollan a partir del cono o bulbo cardíaco distal, el tronco anterior está formado en una etapa al extremo cefálico del corazón y une al cono con el arco aórtico.

Las crestas frontales por su extremo distal se continúan con las crestas del tabique aortopulmonar, el tronco anterolateral y la porción izquierda del tronco **Foramen cecum del ventrículo derecho** formarán el **Infundíbulo ventricular derecho** y que el cono postero-medial y porción derecha del tronco sean adheridos al ventrículo izquierdo para dar lugar a infundíbulo o vestibulo ventricular izquierdo.



Septación ventricular

Esta relacionada con el proceso de diversificación del miocardio ventricular, los divertículos están ampliamente comunicados por el **foramen-comunicación interventricular primario**. El tabique interventricular definitivo queda constituido a manera de mosaico.

7) Unión ventriculoarterial

Tronco arterioso

Aparece en la etapa pos-osa.

Situado en el cono y el saco aorta-pulmonar. El tronco arterioso se divide en 2, 1) mitad derecha que conecta el cono postero-medial con 4 arcos aórticos 2) la mitad izquierda conecta el cono anterolateral con el IV arco aórtico y en su inferior se forman los arcos troncales en superior e inferior en el interior del segmento troncal quedando formado un complejo septal infundibulo arterial.

8) Segmento arterial: aorta y arteria pulmonar.

Saco aortopulmonar

* Se desarrolla la mayor parte de la aorta ascendente y el tronco principal de la arteria pulmonar o aorta ventral es un estrechamiento de extremo distal del tubo cardíaco que a estos con el tronco entre el IV y VI por de arcos aórticos, se acentúa progresivamente y se le conoce como tabique aortopulmonar.

Formada por el tronco arterioso o bulbo cardíaco distal, el cual une al cono anterolateral y el cono postero-medial con el Saco aortopulmonar, del cual surgen las áreas aórticas.

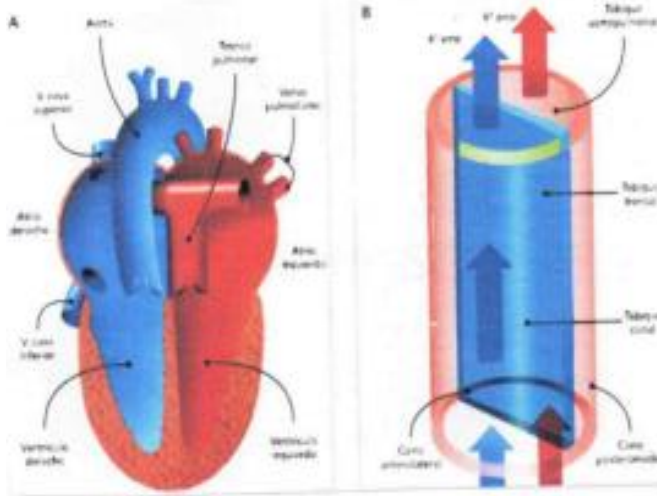
Válvulas semilunares aórtica y pulmonar

Los primordios de las válvulas sigmoides se desarrollan durante el proceso de septación troncal. Los primordios se forman como **cojines**, engrosamientos de mesenquima situado en cada lado del tabique troncal denominado **cojines interculturales**, dicho estrechamiento alcanza el plano medial del segmento troncal quedando separadas externamente las grandes arterias y válvulas algunas anomalías son como **cardiopatías troncoconales**, **tetralogía de Fallot** y la **transposición completa de las grandes arterias**.

Áreas aórticas

- * Estas áreas son formaciones vasculares incluidas en el mesenquima de las áreas faringéas.
- + comunican el saco aórtico pulmonar con dos arcos dorsales derechos e izquierda.
- + El 1º par de arco aórtico (arco mandibular) une el saco aortopulmonar con la aorta dorsal y dan origen a la **Arteria maxilar** y **arteria carótidas externas**.
- * El 2º par de arcos conecta el saco aortopulmonar con aorta dorsal formando **arteria hioides y estepedias**.
- + Del 3º par se originan las **arterias carótidas comunes e internas**.
- * Del 4º par lado izquierdo se origina **arteria aórtica** y del lado derecho **arteria subclavia derecha**.

9 Subsistema del corazón



Sistema coronario

Comprende las arterias, venas coronarias, que se desarrollan a partir de células del órgano pericardico simultaneamente con la formación del pericardio. Se divide en una parte arteria, venas y lecho capilar.

Las arterias coronarias se clasifican en dos tipos: subepicardicas e intramiocardicas. Las células precursoras de los vasos coronarios por mecanismos de **vasculogenesis** y forman una extensa red de tubos endoteliales subepicardicas por un proceso de **Angiogenesis**.

Sistema de conducción

Los **Miocitos** son las células de conducción. Contienen una gran cantidad de **glucogeno**, el nodo sinusal se identifica en la 5ª semana. Situada al final en el estriado de la vena cava superior. El nodo atrioventricular se ha descrito al factor transcripcional Tbx-3 o Msx-2.

La red de fibras de Purkinje se forman de forma independiente, expresadas por Cx-42, para la formación de esta porción que a través de endotelina-1 y neuroregulina. Inducen los miocitos a su diferenciación a fibras de Purkinje.

10 Circulación fetoplacentaria

Es la que tiene el feto durante la vida prenatal. Comienza en la placenta donde se oxigena la sangre fetal, y pasa al feto a través de la vena umbilical. Ya en el feto la sangre se mezcla en 3 puntos: **Conducto venoso, la fosa oval y el conducto arterioso.**

Comienza en la **4ª semana**, cuando el corazón comienza a latir (**Circulación fetoplacentaria**) y comienza a cambiar entre la circulación sistémica y la pulmonar. La circulación prenatal tiene 2 circuitos: **Circuito sistémico** comienza en las cavidades izquierdas del corazón y sale a través de la Aorta para llevar el O₂ y nutrientes a todo el organismo a nivel fetal.

En las cavidades derecha comienza...

Circuito pulmonar: la sangre sale

por el tronco pulmonar hacia los pulmones. La circulación fetoplacentaria tiene diferencias:

- 1) Oxigenación es a nivel placentario.
- 2) La sangre venosa y arterial no están de todo separadas.
- 3) El proceso de oxigenación se realiza en la placenta.
- 4) La sangre oxigenada viene por la vena umbilical y fondea mayormente hacia el O₂.

Cortocircuitos de la circulación fetoplacentaria.

En la circulación fetal hay 3 puntos donde se mezcla la sangre de los circuitos sistémico y pulmonar: **El conducto venoso, la fosa oval y el conducto arterioso.**

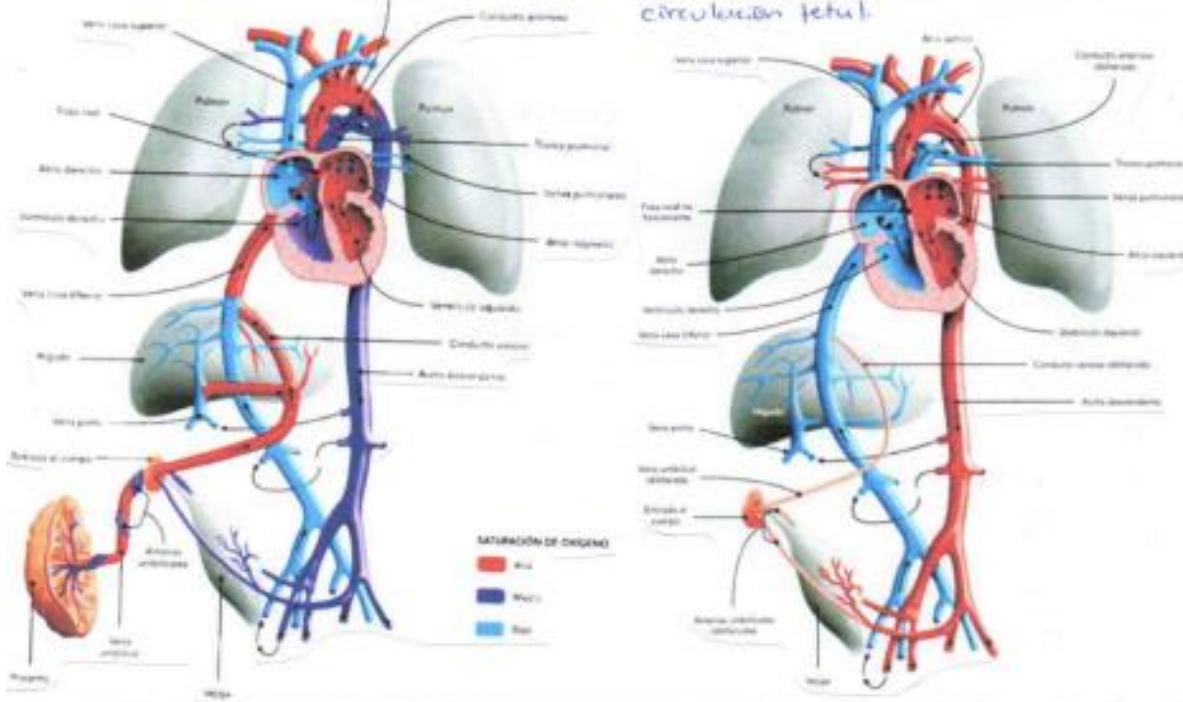
1) **Conducto venoso:** Es un vaso fetal que conecta a la vena umbilical con la vena cava inferior, la sangre que pasa en este conducto evita pasar por la circulación portal del hígado para conservar su oxigenación, después del nacimiento se transforma en **ligamento venoso.**

2) **Fosa oval:** Esta a nivel del tabique interatrial, al momento del nacimiento comienza el mecanismo de cierre fisiológico de la fosa oval, 6 meses después ocurre el cierre anatómico de la fosa oval.

3) **Conducto arterioso:** Es un vaso que comunica la rama la rama pulmonar izquierda con el arco aórtico, la concentración de O_2 que alcanza la sangre en el pulmón es mucho más alta que la que tenía en la placenta y a este incremento de O_2 es determinante para el cierre fisiológico del conducto arterioso. En las primeras horas después del nacimiento; a este mecanismo contribuyen también la **bradicinina**, sustancia producida por los pulmones, la **prostaglandina E_2** , entre otros. Durante las primeras 3 sem. postnatal debe ocurrir el cierre anatómico del conducto.

Cambios circulatorios al nacimiento:

Cuando nace se interrumpe bruscamente la circulación de la placenta y los pulmones comienzan a funcionar, lo que determina el cierre de los 3 puntos de cortocircuito de la circulación fetal.



DESARROLLO DEL SISTEMA ORCULO-VISUAL

El origen, órgano (celas) del aparato corneal, esclerótico & lenticular se origina todo el origen se basa de las 4 compuestas.

Región corneal



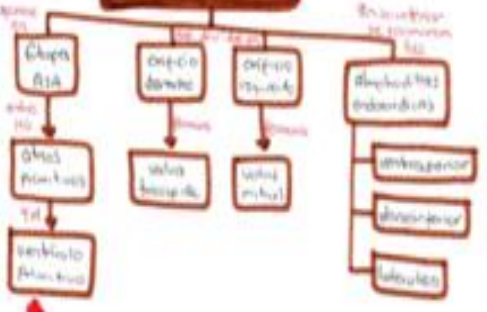
Biforcio deprimido



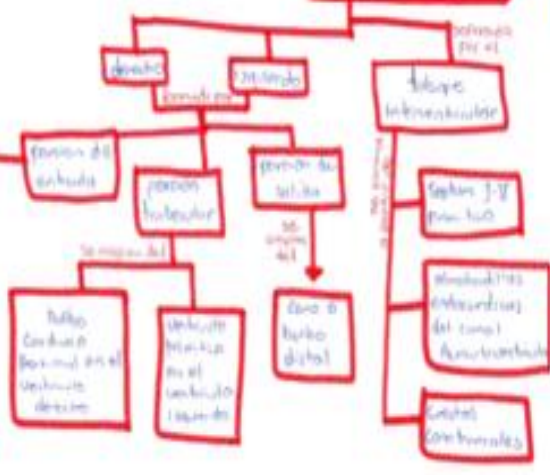
Espejo orbitario



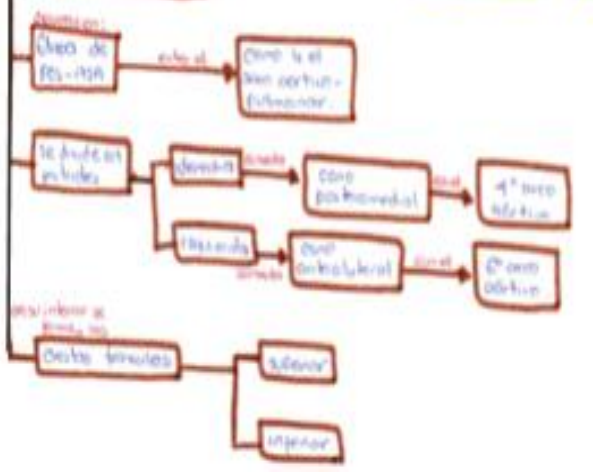
Canal abisumbicular



Ventriculos definitivos



Tronco orbitario





Mi Universidad

**DESARROLLO DEL SISTEMA
NERVIOSO**

Blanca Janeth Castellanos Sánchez.

Biología del desarrollo.

Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas.

Licenciatura en Medicina Humana.

Primer Semestre. grupo C

Comitán de Domínguez Chiapas, a 02 de diciembre de 2024.

CAP
24

DESARROLLO DEL SISTEMA NERVIOSO

1 Introducción:

- * El SNC y el A. Cardiovascular son los primeros en iniciar su desarrollo embrionario.
- * 3ª sem. se forma la placa neural → se manifiesta el S.N. → se conformará el encéfalo y la médula espinal.
- * La placa neural interviene en la formación del SNC, SNP y SNA.

SNC: Formado por la médula espinal y encéfalo, que se encuentra dentro de un esqueleto protector constituido por columna vertebral y la cavidad craneal. Este sistema guarda la zona mayor de desarrollo: la corteza cerebral (corteza cerebral) donde radica el **SNSomático** (control voluntario).
También el SNC guarda estructuras que controlan los movimientos involuntarios (S.N. Autónomo).

SNP: Consta de 31 pares de nervios espinales, nacidos de la médula espinal y 12 pares de nervios craneales cuyo origen es el encéfalo, y cuenta con ganglios nerviosos somático y autónomos (simpático y parasimpático).

Función del S.N.:

- * Controla la FIC fetal
- * Reflejos de deglución fetal.
- * movimientos musculares del feto.
- * la movilidad es indispensable para la correcta formación del aparato musculoesquelético.

2 Neurulación: (3-4 sem)

Proceso que se inicia con la formación de la placa neural y termina con el cierre del tubo neural (dando inicio al desarrollo del S.N.).

» La notocorda es el futuro dorso del embrión, se engrosa para transformarse en Neuroectodermo y formar la placa neural.

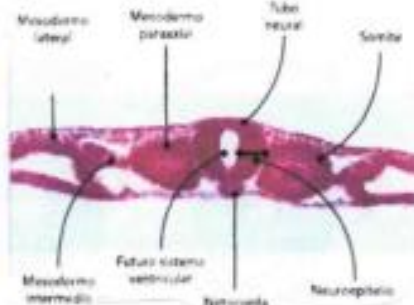
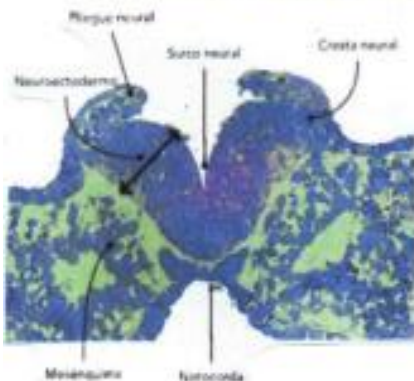
» La notocorda se le considera inducto primario del S.N. porque produce 2 moléculas de señales, la notrina y la retinoida, las cuales actúan sobre el ectodermo suprayacente bloqueando a la proteína morfogenética oxa 1 (BMP-1), al bloquearse, el ectodermo inicia su diferenciación hacia el tejido neural.

Placa neural → Surco neural → pliegues neurales → cresta neural.

» Dia 22±1. Aparece el tubo neural, el neuroepitelio y el conducto neural = Sistema Ventricular

» Los extremos abiertos del tubo neural se llaman (neuroporo craneal y neuroporo caudal).

» Dia 24-26 se cierra el orificio final del neuroporo craneal y a finales de la 4ª Sem del desarrollo, días 26 y 28 se cierra el neuroporo caudal, y de esta manera se pierde la conexión entre la cavidad amniótica y la luz del tubo neural.



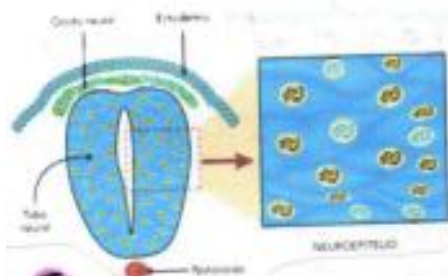
Los defectos de cierre del tubo neural se puede prevenir tras el consumo diario de ácido fólico, hasta un 80%.

Su incidencia es:

Mundial: 1:10.000 RN vivos)

China y México:

20 a 30 casos x cada 10000 RN V.



El Neuroepitelio tiene una gran actividad mitótica y produce células madre pluripotenciales que dan origen a los elementos celulares del SNE, Neuroblastos >> zona intermedia (capa de mento) >> dan origen a la sustancia gris

3 Histogénesis del S.N.C

La mayoría de las células del S.N se originan a partir de células madre pluripotenciales situadas en el neuroepitelio del tubo neural.

- >>> Las proteínas de neurofilamentos >> se transforman en neuroblastos >> emiten prolongaciones celulares → Neuroblastos bipolares >> Pierde sus prolongaciones → Neuroblastos unipolares >> se transforman en neuroblasto multipolares (neurona), emitiendo prolongaciones dendríticas y axónicas para establecer contacto (sinapsis) con otros neurona.
- >>> Las células madre bipotenciales expresan proteína ácida gliofibrilar, para dar lugar a células glia → División mitótica: 1- Células precursoras de los astrocitos tipo II y los oligodendrocitos. 2) Células precursoras de los astrocitos tipo I. 3) células precursoras de la glia radial.

4 Cresta neural:

La cresta neural se desprende del tubo neural a nivel de sus pliegues neurales, y sus células se transforman en mesenquimáticas y migran para dar origen al desarrollo del S.N y muchos otros órganos (corazón, epidermis, medula suprarrenal, las glándulas del cuello, etc).

← La cresta neural se divide en:

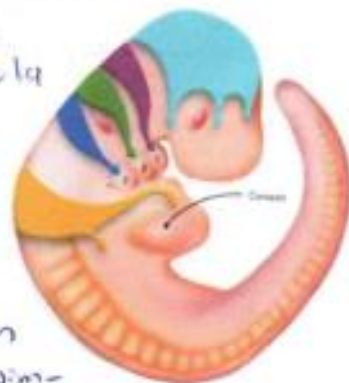
Cresta neural craneal: Se extiende desde el prosencefalo posterior hasta el rombencefalo anterior (primeros rombomeros). → dan origen a ganglios del III, IV, VII, IX, X, puros craneales, músculos del iris y ciliares y epitelio posterior de la cornea.

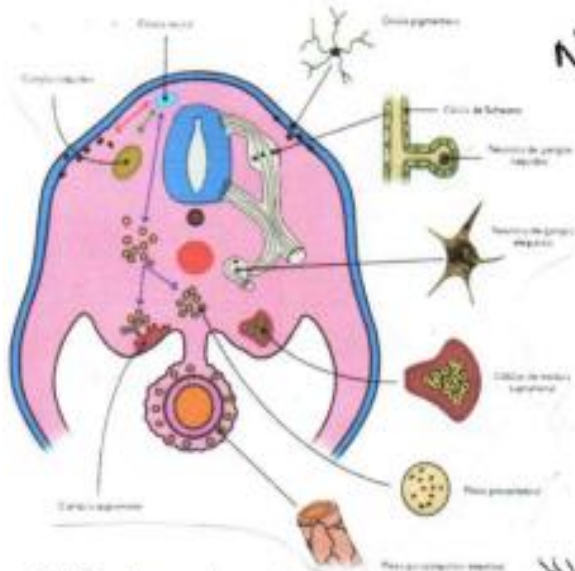
Cresta neural circunfaringea: Comprende a la población que se desprende desde el rombencefalo posterior hasta el somite 7. De ellas, la cardiaca lo hace desde el rombencefalo, hasta el somite 5, y la vagal del somite 1-7.

← Las células de la cresta neural cardiaca colonizan el corazón y los arcos aórticos en desarrollo. En el corazón contribuyen a formar el tabique aortopulmonar (truncus conal), las válvulas semilunares, el tabique interventricular, y las paredes de la porción proximal de las arterias coronarias principales.

← Las células de la cresta vagal migran más distalmente que las de la cresta cardiaca. Se introducen en el mesénquima y colonizan las paredes del intestino primitivo formando las neuronas del S.N entérico, que se extiende desde el esófago hasta el recto.

cresta neural troncal: Se encuentra desde el somite 6 hasta la región caudal. Algunas células migran ventralmente y dan origen a ganglios raquídeos, cordones ganglionares simpáticos y parasimpáticos del S.N. A y la medula suprarrenal.





Neuroanatomías.

- »» Megacolon agangliónico congénito (enf de Hirschsprung) → 1:5000 en vivos, se origina por defecto de la migración de cel. cresta neural torácica = ausencia total de ganglios mioentericos y submucosos = obstrucción total o parcial del intestino.
- »» Síndrome vebricardiofacial (sx de DiGeorge): defecto a nivel craneofacial: microgafia, pabellones auriculares de implantación baja, paladar hendido e hipertelismo. Del apéndice furcal: ausencia total o parcial de los derivados de la 3ª bolsa faríngea (paratiroides superior y timo).

»» Síndrome de Waardenburg: defecto de pigmentación como heterocromía del iris y la presencia de un mechón de pelo blanco en la región frontal, además de sordera congénita, paladar hendido e hipertelismo. Se asocia a defectos de la cresta neural craneal y torácica.

»» Asociación CHARGE: Defectos de la cresta neural y torácica **C** (coloboma ocular), **H** (defectos cardíacos -traenA), **A** (atresia de los oídos), **R** (Retraso en el crecimiento y desarrollo), **G** (defectos genitales y urinarios), **E** (defectos en el oído (ear)).

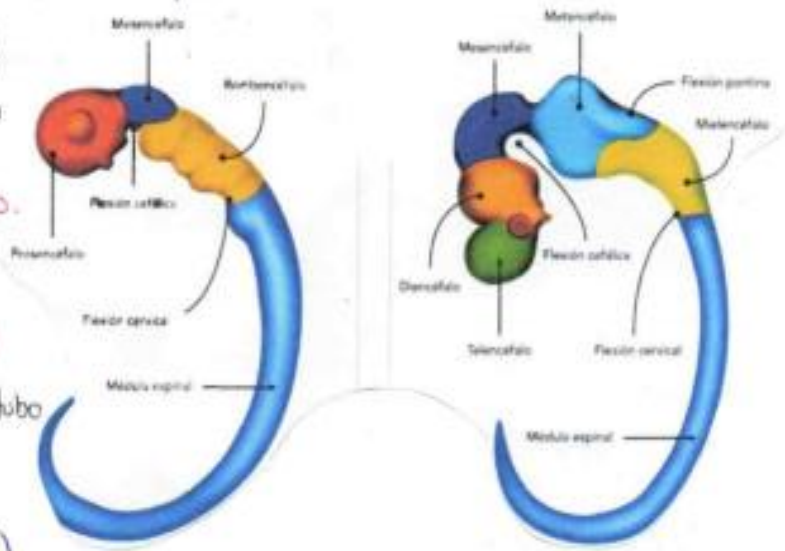
»» Displasia frontonasal: formación inadecuada del tejido en la prominencia facial frontonasal, lo cual se coloniza por células de la cresta neural bencefalica y mesencefalica.

5 Vesículas cerebrales: (4ª sem)

El tubo neural da lugar a la formación de las vesículas cerebrales primarias, **proencefalo**, **mesencefalo** y **metencefalo**. Estas a la 5ª sem estas vesículas forman las vesículas cerebrales secundarias: **tencefalo**, **diencefalo**, **mesencefalo**, **metencefalo** y **mielencefalo**.

»» Una vez concluido la neurulación, el tubo neural se establece como el tubo **encefalomedular**.

»» 4ª sem: Presenta 3 dilataciones (Vesículas encefálicas primarias)



* Proencefalo:

- lo más rostral
- Cerebro anterior.

* Mesencefalo:

- más caudal
- Cerebro medio

* Rombencefalo:

- cerebro posterior

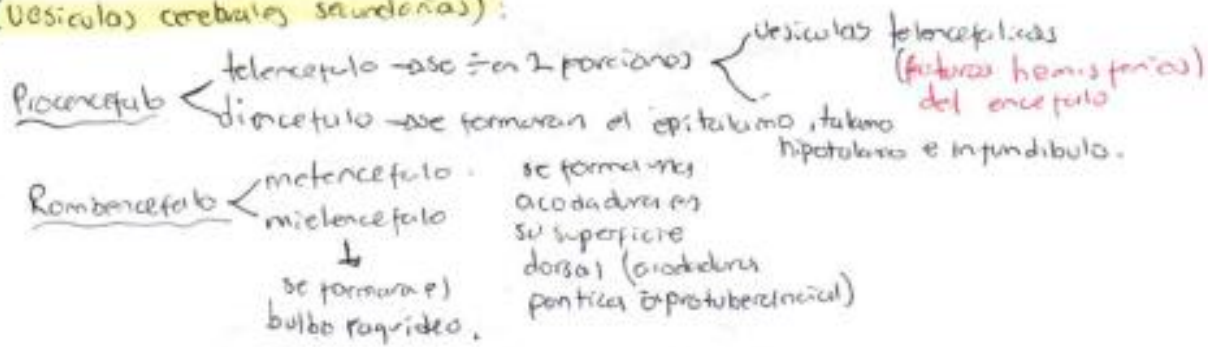
→ después está la medula espinal.

dan lugar a 2 acodaduras en su superficie ventral

* Acodadura cephalica o mesencefalica:
- a nivel del mesencefalo.

* Acodadura cervical:
- Unión rombencefalo con la médula espinal.

(Vesículas cerebrales secundarias):



Sistema ventricular y líquido cefalorraquídeo:

El sistema ventricular representa la luz (cavidad) del tubo neural y por el circula el líquido cefalorraquídeo que también baña al SNC. Los sitios de producción de líquido cefalorraquídeo son los PLIEGOS COLOMBO, su función es proteger al SNC ya que este flota en él, su volumen es de aprox. 150 ml y la producción es de 500 ml/día.

El líquido cefalorraquídeo abandona el sistema ventricular a nivel del 4º ventrículo, en cuyo techo se localizan 3 orificios:

- central, la apertura mediana (agujero de Magendie)
- 2 laterales (Agujeros de Luschka) (a través de ellos drenan hacia las vellosidades aracnoideas) (de Pacchioni), donde es absorbido y se incorpora a la circulación venosa que del cuerpo, y al sistema linfático.

⑥ **Medula espinal:** → se origina de la porción estrecha del tubo neural.

(4ª sem)

Alrededor de la médula aparecen las meninges que le dan protección.

» **Que es la medula espinal:** estructura cilíndrica alojada en el conducto vertebral, en el cual ocupa sus 2 tercios superiores.

- Sustancia gris = tiene más células posteriores o dorsales (sensitivas), y más células anteriores o ventrales (motoras), constituidas por (neuronas y células gliales).

- Sustancia blanca = cruzan fibras nerviosas que entran y salen de la medula espinal hacia los ganglios raquídeos.

» Cubierta por 3 membranas que la protegen = **Meninges**.

» Sus paredes están formadas por:

- células neuroepiteliales - capa neuroepitelial o neuroepitelio.

Meninges:

« Se forman por la condensación del mesenquima que rodea el tubo neural, dando lugar a la meninge primitiva → Aracnoide - Pia madre - aracnoideas.
(externa) (interna) (media)

Oligodendrocitos: → se originan de los oligodendroblastos.

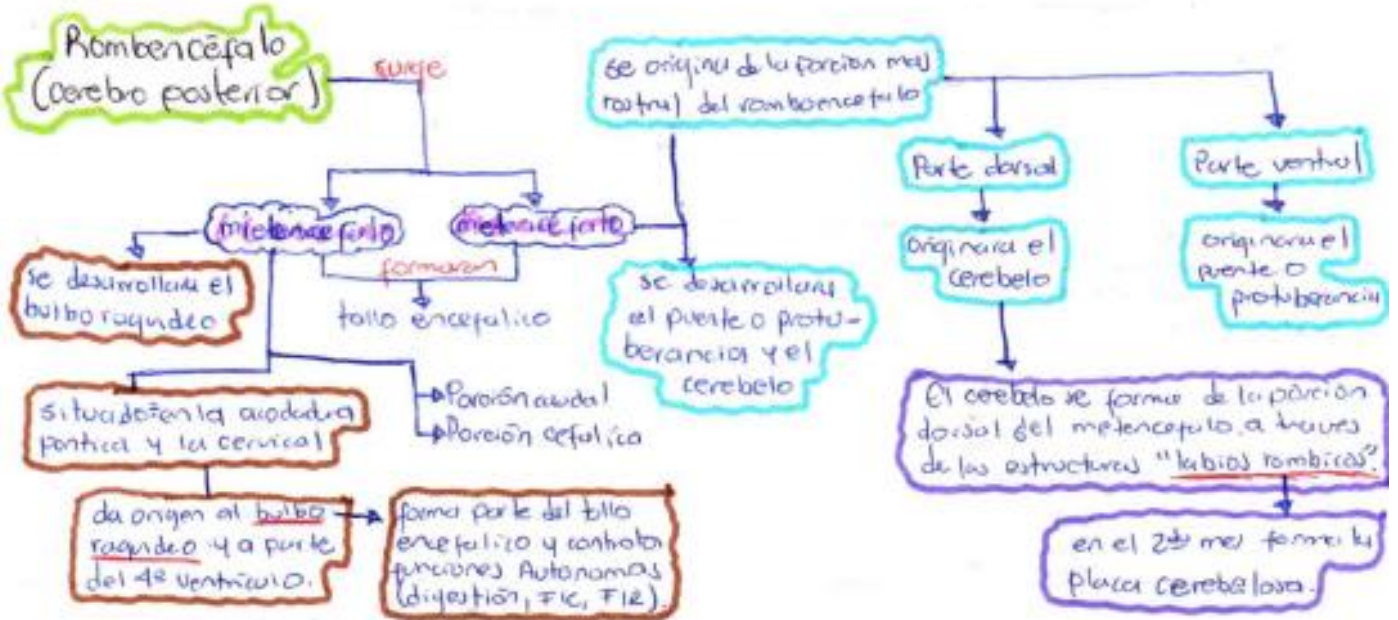
« Realizan la mielinización de las neuronas y fibras nerviosas de la medula espinal y de todo el S. Nervioso central.

« Produce mielina

« Este proceso inicia en la 6. fetal (4º mes) → termina durante el 1º año de vida. postnatal.

7 Encéfalo y tallo encefálico (5ta sem).

Comienzan a formarse después de que las vesículas cerebrales secundarias quedan bien establecidas.

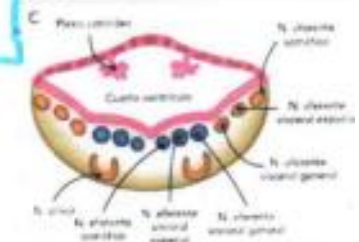
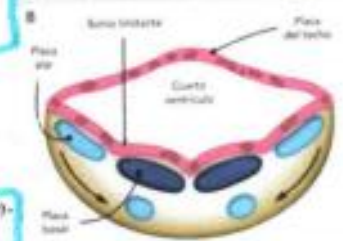
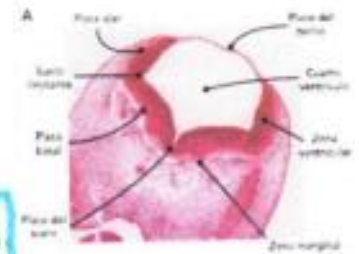


«« PLEXOS COELÓMICOS:

El techo epandimal del 4º ventrículo está cubierto por la piamadre, que deriva del mesenquima que rodea el rombencefalo.

La piamadre y el techo epandimal = Tela coroides

Este produce un **liq. cefalorraquídeo** se diferenciara el plexo coelómico esta se invagina interior.



Mesencefalo (cerebro medio)

Se localiza entre el diencefalo y el metencefalo y de las vesículas es la menor y más rostral.

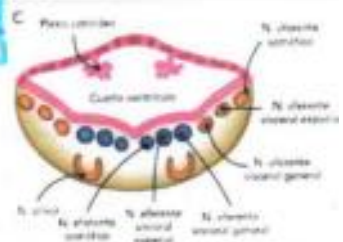
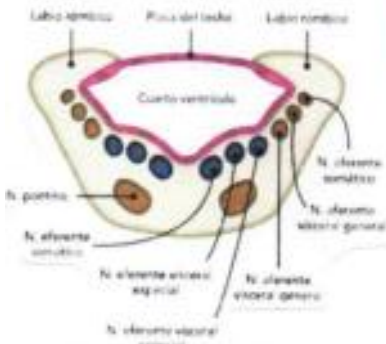
Presenta un calibre reducido y se denomina conducto cerebral (de Silvio).

migra dorsal y lateralmente para formar los colículos sup. e inferiores (tuberías cuadrigeminas).

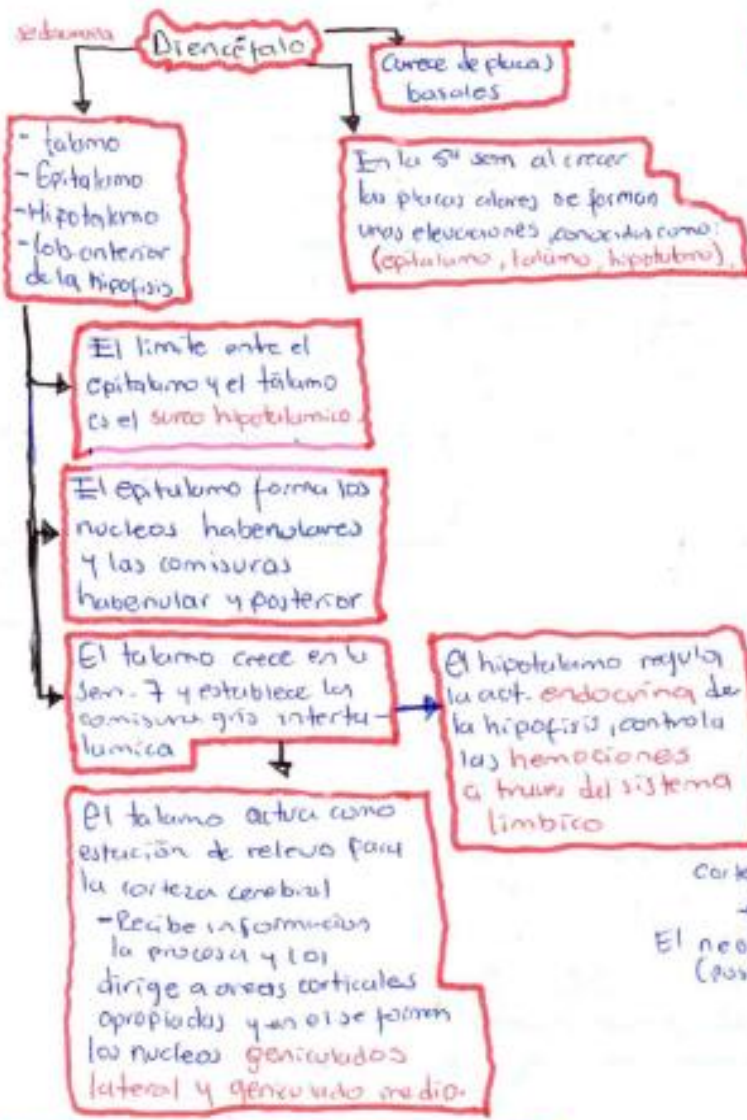
son de relevo para las conexiones visuales y auditivas.

El mesencefalo se estudia en 3 partes

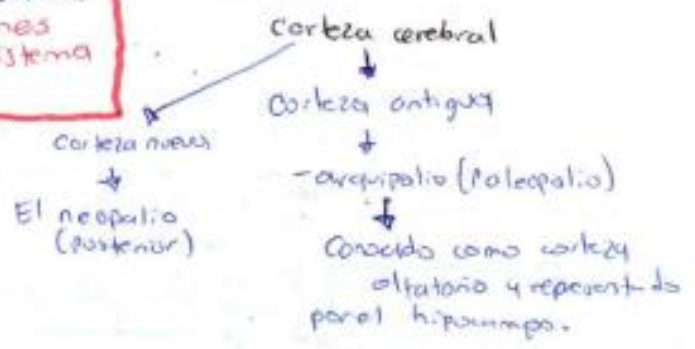
- **Techo:** Región donde se localizan los colículos.
- **Tegmento:** Donde se encuentran los diferentes núcleos, la sustancia negra y el conducto cerebral.
- **Región pedicular:** Última región.



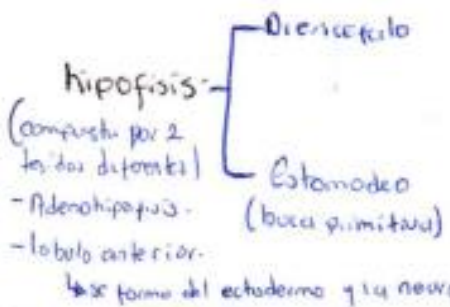
Procéncéfalo (Cerebro anterior)



- El rápido crecimiento permite pronto reconocer los regiones:
 - Ejepto - Paredes int, ext. techo, que forman la **corteza cerebral**.
- Al principio los ventrículos laterales se comunican con el 3º ventrículo por 2 amplios orificios (los agujeros interventriculares - de Monro).
- La posición de los hemisferios no ocurre con los hemisferios cerebrales entre sí ya que pertenecen separados por un espacio: **las meninges**: la hoz del cerebro.



En la superficie ventral del diencefalo entre los 2 hipotálamos se forma un divertículo, el **infundíbulo** que será el responsable del desarrollo del **lobulo posterior de la hipófisis**.



La secreción de **BMP-4** y factor de crecimiento de fibroblastos 8 (**TGF-β**) por parte del diencefalo induce la aparición en el techo del estomodeo de una pliegada ectodérmica que se reunirá para formar una **la bolsa hipofisaria** (de Rathke).
La bolsa se expresa en genes de homocoreencia: **Lhx-3, Lhx-4 y Hex-1**, y forma la **adenohipofisis** y junto al neurohipofisis se unen para formar la **hipofisis** y **silla turca**.

← **Estomodeo**

8) Regulación molecular del desarrollo del sistema N.C.

El SNC tiene un fino y complejo control molecular en el que participan diferentes genes que son responsables de la diferente expresión del tubo neural en sentido cefalocaudal y dorsoventral.

Patrón craneocaudal: En el ectodermo dorsal se expresa BMP-4, el cual induce al ectodermo a tomar características neurales, cuando la nogina, cordina y follistatina producidos por la notocorda (inductora neural) inhibe la acción del BMP-4, el ectodermo así inducido se determina hacia neuroectodermo, se organiza así la placa neural → forma tubo neural.

Inductores neurales del SNC:
+ zona límite
+ la notocorda =
+ presencia de la placa presaccal
+ presencia de la endodermo visceral anterior

- ↓ la presencia de Wnt-8 y Otx-2 = caracterizan al prosencefalo / mesencefalo.
- ↓ la presencia de Wnt-8 y Gbx-2 = caracterizan la presencia del rombencefalo / medula espinal.
- ↓ la cresta anterior, FGF-8 y shh = telencefalo
- ↓ la Foxg-1 = Desarrollo del telencefalo / cerebros.
- ↓ la zona limitante con shh = Determinan la formación del tálamo.
- ↓ la segmentación de la medula espinal, dirigida por FGF-8 = Procede del mesodermo somítico.

Patrón dorsoventral:

En toda la superficie de la placa neural se está expresando Pax-3, Pax-7, Msx-1 y Msx-2.

Alteraciones congénitas del sistema nervioso.

Ocupan uno de los primeros sitios entre las anomalías congénitas, 10 por cada 1000 RN vivos, y puede estar relacionado a una regulación anormal o con una formación anómala o ausente de las estructuras que lo cubren y protegen.

mielosis (medula espinal hendida): Anomalia del cierre del neuroporo caudal, se observan los pliegues neurales no fusionados y el neuroporo caudal abierto.

Raquisquis (columna vertebral hendida): Debido a que el tubo neural actúa como inductor para la correcta formación de la columna vertebral, cuando este estímulo falla, ocurre la formación anormal de la vertebra.

- la gravedad depende del nivel de la altura del que el pliegue no haya cerrado.
- Entre mas alto el sitio de la anomalía, mayores las implicaciones neurológicas.

meningocele: Falla del cierre del neuroporo caudal

o
anencefalia.

Espina bifida (raquisquisis): Involucra a la médula espinal y es por la formación inadecuada o falta de formación de los arcos vertebrales (neurales).

Meningocele: Cuando el defecto óseo abarca varios segmentos contiguos de la columna vertebral y la médula espinal o sus cubiertas protectoras (meninges) se hernian a través del defecto óseo, caracterizado por que la tumoración contiene solo meninges y líquido cefalorraquídeo.

Mielomeningocele: el saco herniario contiene además de meninges y líquido cefalorraquídeo a la médula espinal.

Encefalocele (craneosquisis): Dada por la herniación del tejido nervioso, sus cubiertas e inclusive del sistema ventricular, más frecuente a nivel del sistema occipital.

- meningoencefalocele: comprende meninges y líquido cefalorraquídeo.
- mielomeningoencefalocele: la herniación comprende meninges, liq. cefalorraquídeo y tejido nervioso.
- meningohidroencefalocele: si a lo anterior se le agrega porción del sistema ventricular.

* Los defectos del tubo neural se relacionan con deficiencia de Vit, específicamente de ácido fólico.

Craneofaringioma e hipofisis faringea: Se desarrollan de las bolsas que restan o quedan desde el techo del estómago hasta la silla turca.

Secuencia de Arnold-Chiari: La médula espinal se encuentra fijada (anclada) a la región sacra de la columna vertebral.

Hidrocefalia: Aumento del vol. de la cabeza por interferencia con la circulación o absorción del liq. cefalorraquídeo.

Hidroencefalia: Se observan unos quistes que reemplazan los hemisferios cerebrales y están llenos de liq. cefalorraquídeo.

Síndrome de Smith-Lemli-Opitz: Se caracteriza por un retraso del crecimiento prenatal y postnatal, microcefalia, retraso mental y grave. Acompañado de mutación del gen-7 de hidrocolesterol reductasa, lo que provoca disminución del colesterol y un aumento del 7-dehidrocolesterol; también involucran los SHN, S1X-3, TGIF y ZIC2.

Esquizencefalia: Poco común por migración neuronal caracterizada por hendidura llena de liq. cefalorraquídeo delimitada por bordes de sust. gris (labios), en el tipo I los labios están fusionados y en el II están separados.

Microcefalia: Desarrollo anormal del encéfalo, disminución de la cabeza dado por anomalías de desarrollo como el síndrome de Down, inf. virales intrauterinas (causadas por citomegalovirus), virus de la rubéola y varicela, citoplasmosis, alcohol, químicos tóxicos.

Lisencefalia: Se debe a una migración neuronal incompleta entre el 3º y 4º mes de desarrollo, presentan una superficie cerebral lisa. Los EIN se ven normales pero después presentan retraso mental grave (1 por cada 10000 EIN vivos).

9

Sistema nervioso periférico

- Formado por los nervios raquídeos, nervios craneales y el sistema nervioso autónomo con sus divisiones simpáticas y parasimpáticas.
- Se origina de: neuroepitelio, cresta neural y pliegos ectodérmicos cervicocraneales.

Formación y crecimiento neuronales:

Las prolongaciones de los neuroblastos, llamados neuritos, organizan las dendritas y el axón, el cual crece para hacer sinapsis con su sitio diana.

En los neuritos (dendritas y axones) se identifica el cono de crecimiento el cual emite prolongaciones que exploran la ruta a seguir.

Nervios raquídeos: comienzan su formación al final de la 4ª sem. con el crecimiento de los axones de los neuroblastos motores de la placa basal, se originan de la médula espinal y son de función mixta (sensitiva y motora) y son mielinizados por los cellos de Schwann.

Sus ramas motoras provienen de neuronas situadas en los astos anteriores de la médula espinal (columna motora) y abandonan la médula espinal como la raíz ventral que se une con la raíz dorsal (preganglionar) = nervios raquídeos.

Nervios craneales: los nervios pares craneales se desarrollan entre la 5ª y 6ª sem. Son 12 y a diferencia de los N. raquídeos tienen una organización segmentaria y son mixtos.

Par I (olfatorio), Par II (óptico), Par VIII (Vestibulococlear), → Sensitivos
Par III (oculomotor), Par IV (N. troclear), Par VI (N. abducens), Par XI (Nervio accesorio), Par XII (N. hipogloso).

Sistema nervioso autónomo

Es aquella parte del SNP, sus funciones involuntarias en el organismo, como la actividad de las glándulas, la motilidad del aparato digestivo, F.C., tono vascular y las actividades de los glóbulos sudoríparos.

S. N. Parasimpático
(cráneo sacro)

- * Funciones viscerales anabólicas.
- * Sus componentes sacro abarcan (S2 a S4)



S. N. simpático
(dorso lumbur)

- * Se relaciona con situaciones de estrés.
- * Sus neuronas centrales (preganglionares) se localizan en el asta intermediolateral de los segmentos de T1 a L2-3 de la médula espinal.

BIBLIOGRAFIA

1. Martínez, A.P.G. Embriología Humana y Biología del desarrollo. (2013). *Editorial Medica Panamericana*. (Buenos aires Bogotá).