



- *Nombre del Alumno: Genesis Alyed Hernandez Martinez*
- *Nombre del tema: **Organización del plan corporal básico del embrión***
- *Parcial: 4*
- *Nombre de la Materia: Biología del desarrollo*
- *Nombre del profesor: Dr. Guillermo del solar villareal*
- *Nombre de la Licenciatura: Medicina Humana*
- *Semestre: 1*

INTRODUCCIÓN

Continuando con el plan de estudio de la materia de embriología del desarrollo, el tema que a continuación se presenta es el de la organización del plan corporal básico del embrión, en donde se habla sobre el desarrollo del ectodermo y sus derivados, así como explicar sobre el origen de los órganos del embrión, como es que se van formando y a través de que, como el corazón, el tubo neural, el sistema digestivo etc..



ORGANIZACIÓN DEL PLAN CORPORAL BÁSICO DEL EMBRIÓN

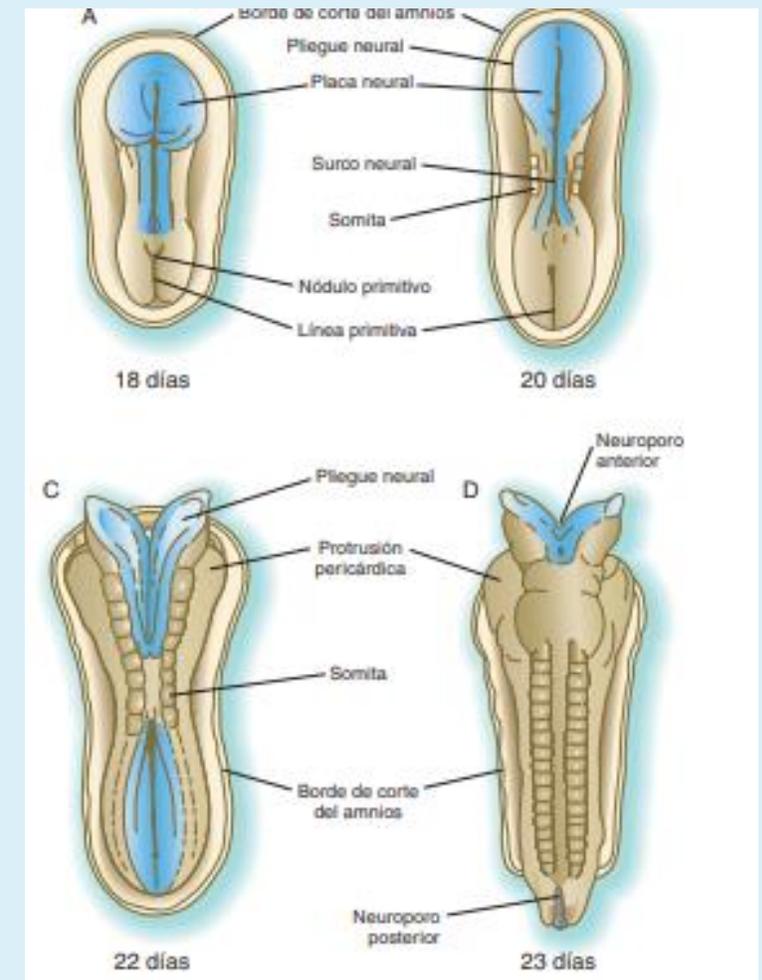
DESARROLLO DEL ECTODERMO

La respuesta morfológica inicial principal del ectodermo embrionario frente a la inducción neural es el aumento en la altura de las células destinadas a formar los componentes del sistema nervioso.

Estas células transformadas aparecen en forma de una placa neural engrosada y visible en la superficie dorsal del embrión inicial

La primera de las cuatro fases principales en la formación del tubo neural es la transformación del ectodermo embrionario general en una placa neural gruesa.

La actividad fundamental de la segunda fase es la configuración de los contornos generales de la placa neural, de manera que se hace más estrecha y alargada.

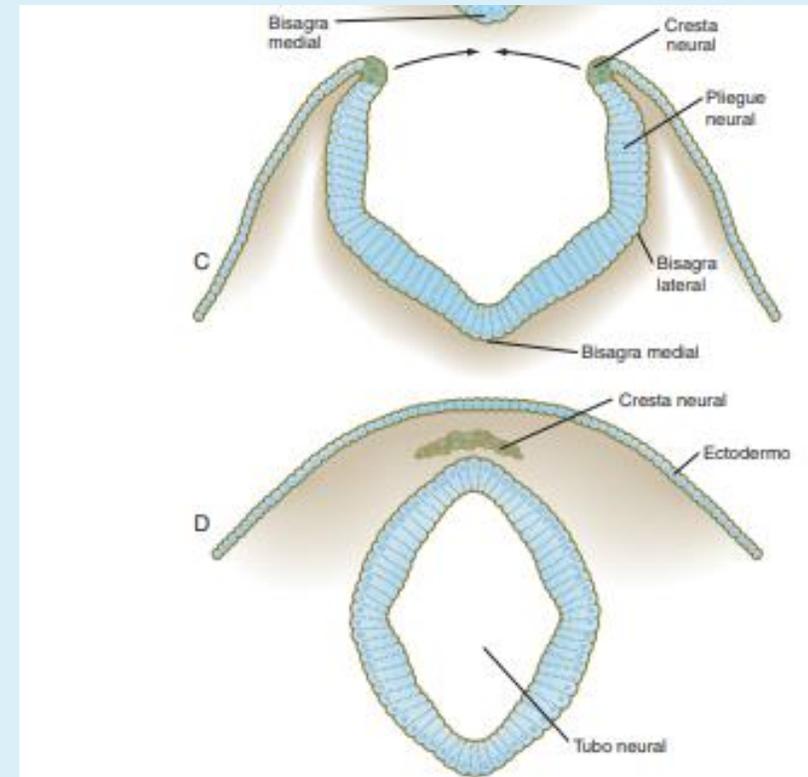


La tercera fase principal en el proceso de neurulación es el plegamiento lateral de la placa neural, con elevación de los dos lados de la misma a lo largo de un surco neural en la línea media

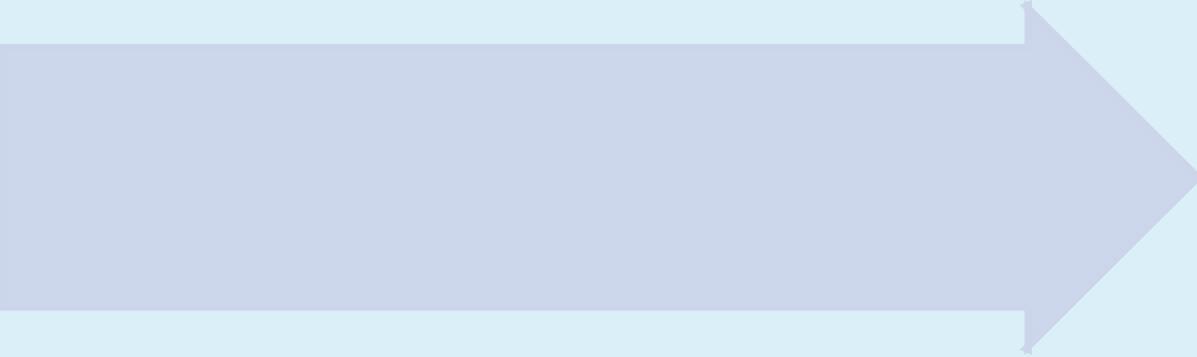
La línea media ventral de la placa neural, denominada en ocasiones bisagra medial, parece actuar como un punto de anclaje alrededor del cual se elevan los dos lados y forman un ángulo agudo respecto a la horizontal.

La cuarta fase en la formación del tubo neural consiste en la aposición de las dos superficies apicales más laterales de los pliegues neurales, su fusión (mediada por los glucoconjugados de la superficie celular) y la separación del segmento completado del tubo neural respecto de la lámina ectodérmica suprayacente

El cierre del tubo neural comienza en el embrión casi hacia la mitad de la longitud craneocaudal del sistema nervioso a los 21 o 22 días



Los extremos cefálico y caudal del tubo neural que no se cierran se denominan neuroporos anterior (craneal) y posterior (caudal)



En una localización caudal respecto al neuroporo posterior, el tubo neural restante (más prominente en los animales de cola larga) se forma por el proceso de neurulación secundaria.

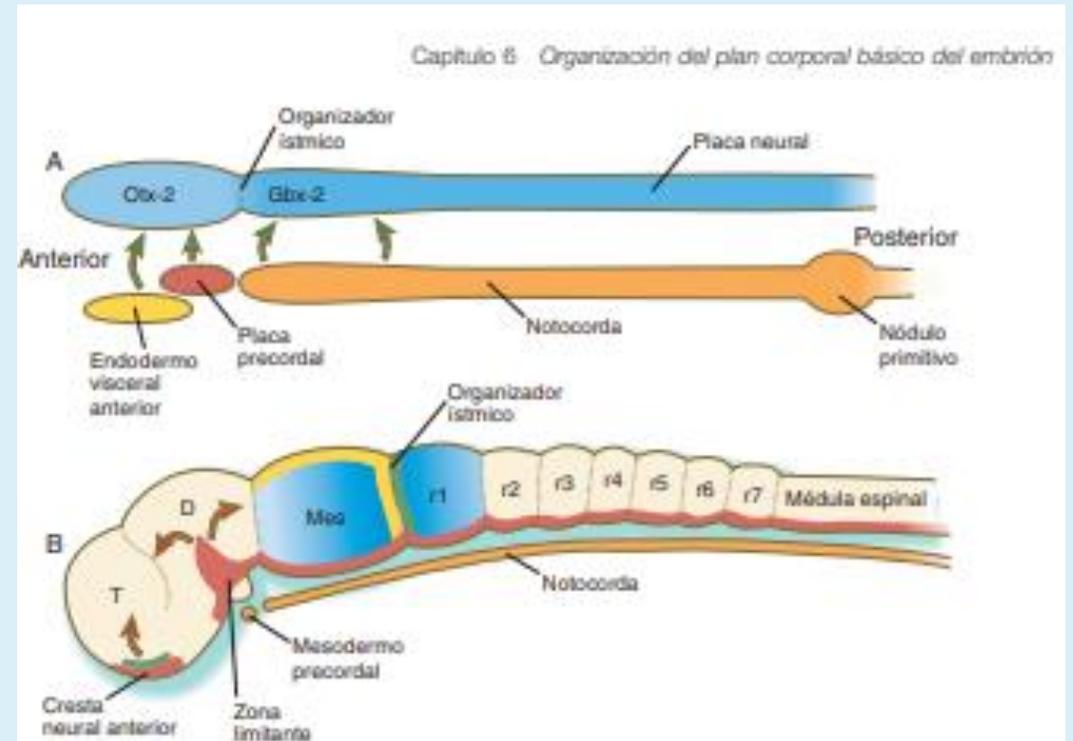


SEGMENTACIÓN EN EL TUBO NEURAL

La segmentación mediante subdivisión de una estructura existente (en el caso del tubo neural) contrasta con la que se produce por adición de segmentos germinales, como ocurre en la formación de los somitas

Una serie inicial de subdivisiones da lugar a un cerebro de tres partes, formado por el prosencéfalo, el mesencéfalo y el rombencéfalo.

Más tarde, el primero se subdivide en el telencéfalo y el diencéfalo, mientras que el último lo hace en el metencéfalo y el mielencéfalo

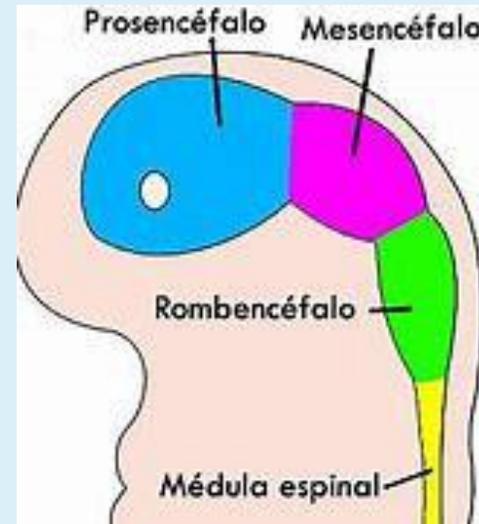


En el rombencéfalo, los neurómeros, a menudo denominados rombómeros, son visibles desde el principio de la cuarta semana hasta el final de la quinta.

El mesencéfalo no parece presentar segmentación, pero el prosencéfalo contiene una serie menos regular de prosómeros.

Debido a sus propiedades específicas de superficie, las células de los rombómeros adyacentes no atraviesan los límites que quedan entre los segmentos pares e impares

sin embargo, sí se mezclan células concretas procedentes de dos rombómeros pares o impares adyacentes



Mientras todavía tiene lugar la gastrulación, el tubo neural recién inducido experimenta una serie de inducciones verticales procedentes de la notocorda y de las regiones de organización de la cabeza (endodermo visceral anterior y placa precordial), que son importantes en inducir la región del prosencéfalo.

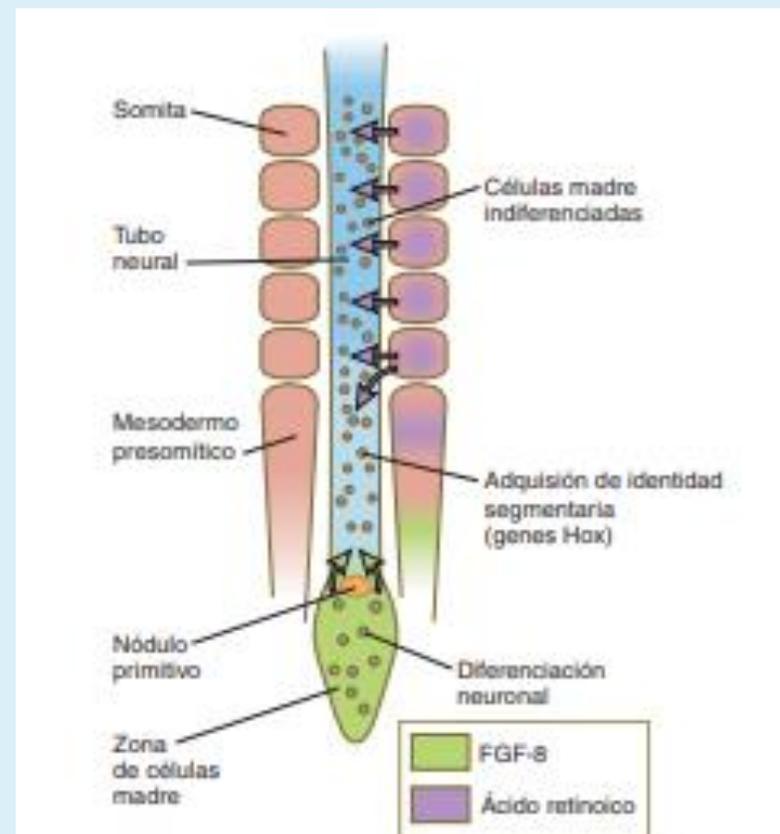
Esta subdivisión se caracteriza por la expresión de dos factores de transcripción, Otx-2 (homólogo de ortodentículo 2) en la región prosencéfalo/mesencéfalo, y en el rombencéfalo Gbx-2 (homeosecuencia de gastrulación cerebral 2), cuyos límites definen con precisión el borde entre el mesencéfalo y el rombencéfalo

Estos factores junto a un gradiente de señalización de Wnt-8 (un gen homólogo al gen Wingless de la Drosophila subdividen de forma eficaz en los segmentos prosencéfalo/mesencéfalo y rombencéfalo/médula espinal.

Formación y segmentación de la médula espinal

Aunque en la región del tubo neural no se observan neurómeros que originen la médula espinal, la disposición regular de las raíces nerviosas motoras y sensitivas demuestra que existe una organización segmentaria fundamental también en esta región del cuerpo.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en el cerebro, la segmentación de la médula espinal está impuesta en gran medida por las señales procedentes del mesodermo paraaxial más que por las señales moleculares intrínsecas del tubo neural.



CRESTA NEURAL

Cuando el tubo neural se acaba de cerrar y se está separando del ectodermo cutáneo general, una población celular denominada cresta neural sale de la parte dorsal del tubo neural y comienza a extenderse por todo el cuerpo del embrión.

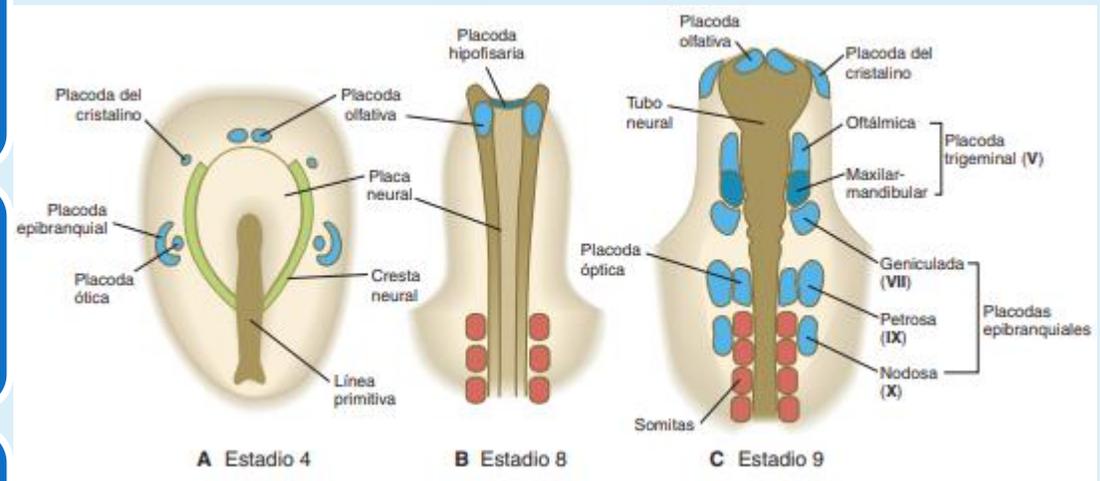
La cresta neural da lugar a una asombrosa cantidad de estructuras del embrión, y su relevancia es tal que en ocasiones se ha denominado la cuarta capa germinal del cuerpo.

PLACODAS SENSITIVAS E INDUCCIONES SECUNDARIAS EN LA REGIÓN CRANEAL

A medida que la región craneal comienza a tomar forma, aparecen varias series de placodas ectodérmicas (engrosamientos) en la parte lateral del tubo neural y de la cresta neural

Estas placodas se originan a consecuencia de diversos procesos inductivos secundarios entre los tejidos neurales o mesenquimales y el ectodermo suprayacente.

En algunos casos, las células de las placodas y de la cresta neural muestran una interacción estrecha para formar los ganglios sensitivos de los pares craneales (V, VII, IX y X).



DESARROLLO DEL MESODERMO

Después de atravesar la línea primitiva, las células mesodérmicas se desplazan lateralmente entre el ectodermo y el endodermo formando una capa continua de células mesenquimales



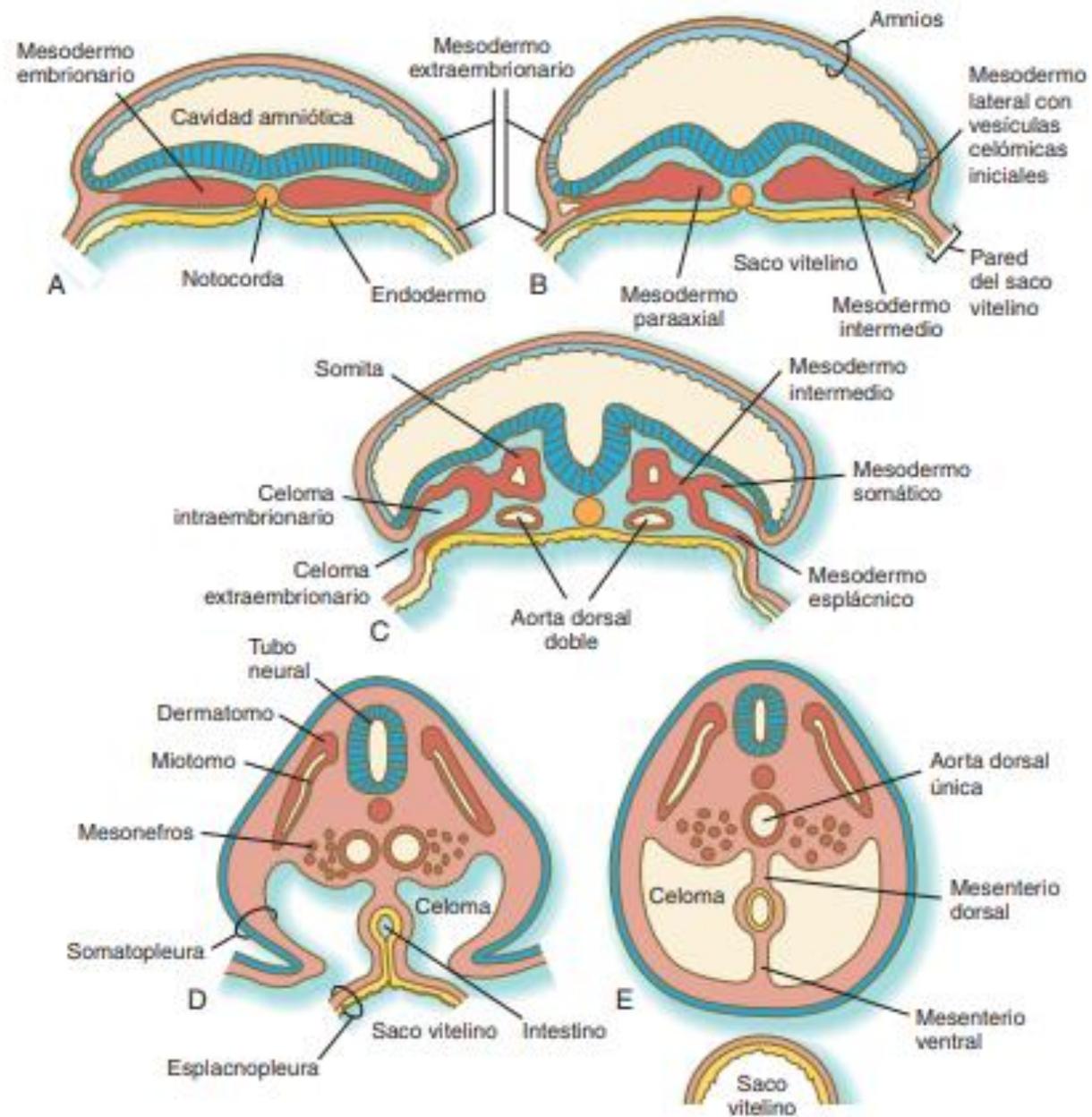
En la localización más cercana al tubo neural hay una columna engrosada de células mesenquimales denominada mesodermo paraaxial o placa segmentaria. Al poco tiempo, este tejido se organiza en somitas.



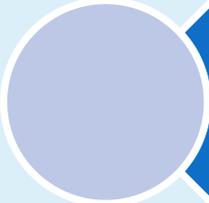
En la parte lateral del mesodermo paraaxial existe una región compacta de mesodermo intermedio que, en última instancia, da lugar al sistema urogenital.



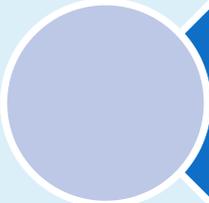
Más allá, el mesodermo lateral se desdobra al final en dos capas y forma la mayor parte de los tejidos de la pared corporal, la pared del sistema digestivo y los miembros



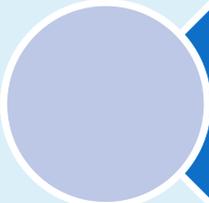
MESODERMO PARAAAXIAL



A medida que tiene lugar la regresión del nódulo primitivo y de la línea primitiva hacia el extremo caudal del embrión, estos abandonan la notocorda y la placa neural inducida.



En la parte lateral de esta última, el mesodermo paraaxial parece constituir una banda homogénea de células mesenquimales muy agrupadas.



Se forman nuevos pares de somítomos a lo largo del nódulo primitivo a medida que este regresa hacia el extremo caudal del embrión

El primer par de somitas (masas de mesodermo paraaxial en forma de ladrillos) no aparece por detrás del séptimo par de somitómeros hasta que se han formado casi 20 pares de somitómeros y el nódulo primitivo ha presentado una regresión caudal casi completa.

Después de establecerse el primer par de somitas (unos 20 días después de la fecundación) se desarrolla una relación regular entre la regresión de la línea primitiva y la formación de somitas y somitómeros adicionales.

Los primeros siete pares de somitómeros en la región craneal no experimentan una separación o segmentación mayor; el primer par de somitas se forma a expensas del octavo par de somitómeros

Cuadro 6-1. Regiones del somita y sus derivados

Esclerotomo

Ventral: Cuerpos vertebrales y discos intervertebrales
 Lateral: Parte distal de las costillas, algunos tendones
 Dorsal: Parte dorsal del arco neural, procesos espinosos
 Central: Pedicuros y parte ventral de los arcos neurales, parte proximal de las costillas o procesos transversos de las vértebras
 Medial (meningotomo): Meninges y vasos sanguíneos de las meninges

Artrotomo

Discos intervertebrales, superficies articulares vertebrales y porción proximal de las costillas

Dermatomo

Dermis, región plana de la escápula

Miotomo

Dorsomedial: Músculos dorsales intrínsecos (epaxial)
 Ventrolateral: Músculos de los miembros o ventrolaterales del cuerpo (hipaxial)

Sindetomo

Tendones de la musculatura epaxial

Adaptado de Christ B, Huang R, Scaal M: Amniote somite derivatives. *Dev Dynam* 236:2383, 2007.

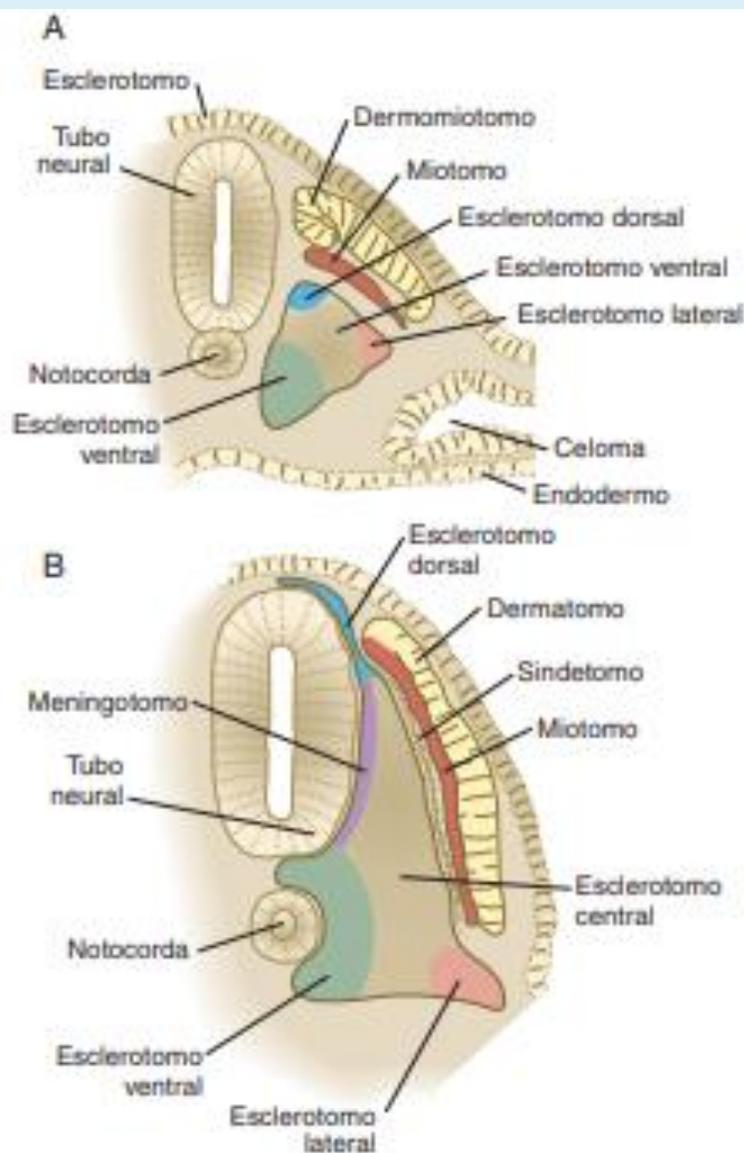


FIGURA 6-12. Organización de los somitas en los estadios de desarrollo inicial (A) y tardío (B). (Procedente de los trabajos de Christ B, Huang R, Scaal M: Formation and differentiation of somites during development. *Dev Dynam* 236:2383, 2007.)

Cuadro 6-2. **Tipos de células maduras derivadas de los somitas**

- Adipocitos
- Condrocitos
- Osteocitos
- Células endoteliales
 - Arterias
 - Venas
 - Capilares
- Linfáticos
- Pericitos
- Fibroцитos
 - Tejido conjuntivo
 - Tejido dérmico
 - Tendones y ligamentos
- Células musculares
 - Esqueléticas
 - Lisas
- Sistema nervioso
 - Células aracnoideas
 - Células epineurales
 - Células perineurales
 - Fibroцитos de duramadre

Adaptada de Christ B, Huang R, Scaal M: Amniote somite derivatives, *Dev Dynam* 236:2383, 2007.

MESODERMO INTERMEDIO

La conexión entre el mesodermo paraaxial y el lateral en el embrión inicial consiste en un pequeño cordón de células denominado mesodermo intermedio, que discurre a lo largo de todo el tronco

Posiblemente debido a la falta de receptores, el mesodermo intermedio no parece estar influido por la BMP-4 segregada por el lateral, mientras que el mesodermo somítico expuesto a concentraciones elevadas de BMP-4 adopta las características de dicho mesodermo lateral.

El mesodermo intermedio es el precursor del sistema urogenital.

MESODERMO LATERAL



Poco después de la gastrulación, el ectodermo que cubre la mayor parte del mesodermo lateral produce BMP-4. A continuación, el propio mesodermo lateral empieza a producir también BMP-4.



En estudios experimentales se ha demostrado que esta molécula puede hacer que el mesodermo (ya sea paraaxial o lateral) adopte las propiedades moleculares y celulares del mesodermo lateral.



El mesodermo lateral se divide al poco tiempo en dos capas debido a la formación y coalescencia de los espacios celómicos (cavidad corporal) que hay en su interior



La capa dorsal, que está estrechamente relacionada con el ectodermo, se denomina mesodermo somático, y la combinación de éste y del ectodermo se llama somatopleura

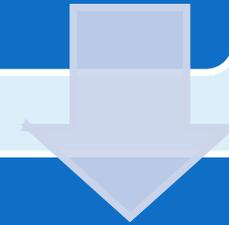


La capa ventral, conocida como mesodermo esplácnico, está muy asociada al endodermo, y la combinación de este último y el mesodermo esplácnico se denomina esplanopleura.



Las capas mesodérmicas intraembrionarias somática y esplácnica forman un continuo con las capas del mesodermo extraembrionario que revisten el amnios y el saco vitelino.

Mientras las capas de los mesodermos somático y esplácnico adoptan su configuración, todo el cuerpo del embrión experimenta un proceso de plegamiento lateral que transforma de manera eficaz su forma desde la configuración en tres capas germinales planas hasta una estructura cilíndrica, con un tubo de endodermo (intestino) en el centro, una cubierta tubular externa de ectodermo (epidermis) y una capa intermedia de mesodermo.



Esta transformación tiene lugar antes de la aparición de los miembros.



A medida que el embrión experimenta el plegamiento lateral, las pequeñas vesículas celómicas que se forman en el interior del mesodermo lateral muestran coalescencia y forman la cavidad celómica



Al principio, el celoma intraembrionario forma un continuo con el celoma extraembrionario, pero cuando se completa el plegamiento en un segmento concreto del embrión los dos espacios celómicos quedan separados



En el embrión con configuración cilíndrica, el mesodermo somático constituye las paredes corporales lateral y ventral, mientras que el mesodermo esplácnico forma el mesenterio y la pared del sistema digestivo.

FORMACION DEL CELOMA

MESODERMO EXTRAEMBRIÓNARIO Y PEDÍCULO DE FIJACIÓN

Las finas capas de mesodermo extraembrionario que cubren el revestimiento ectodérmico del amnios y el endodérmico del saco vitelino se sitúan en continuidad con el mesodermo somático y esplácnico intraembrionario

El extremo posterior del embrión está conectado con los tejidos trofoblásticos (futura placenta) por el pedículo de fijación mesodérmico

A medida que crece el embrión y aparece un sistema circulatorio funcional, los vasos sanguíneos del embrión crecen a través del pedículo de fijación para irrigar la placenta, y el pedículo de fijación queda mejor definido como cordón umbilical.

FASES INICIALES EN LA FORMACIÓN DEL SISTEMA CIRCULATORIO

A medida que el embrión crece durante la tercera semana, alcanza un tamaño que ya no permite que el mecanismo de difusión simple distribuya el oxígeno y los nutrientes a todas sus células o pueda eliminar de manera eficaz los productos de desecho.

El desarrollo inicial del corazón y del sistema circulatorio es una adaptación embrionaria que permite el crecimiento rápido del embrión al constituir un mecanismo eficaz para la distribución de los nutrientes.

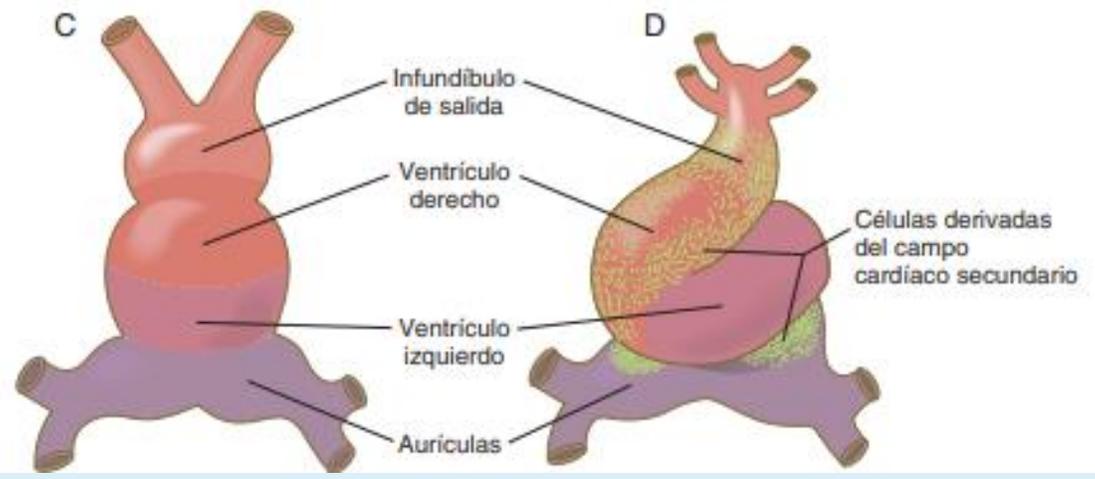
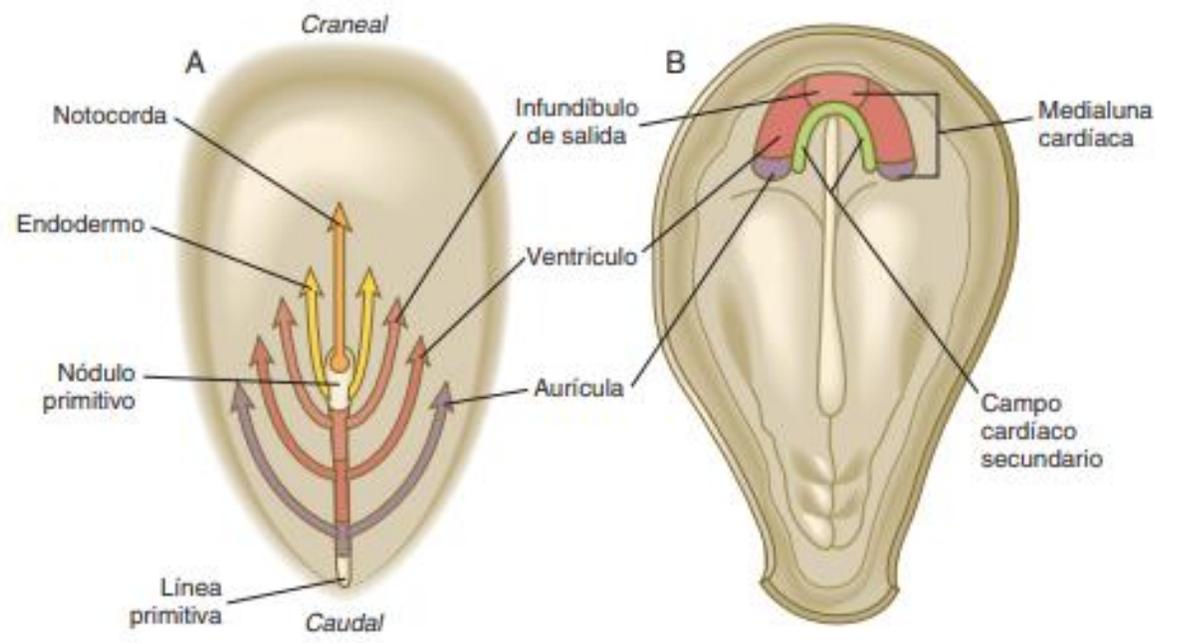
El sistema circulatorio se enfrenta a la tremenda tarea de crecer y sufrir una remodelación continua para mantenerse adaptado al crecimiento global del embrión, al tiempo que debe ser completamente funcional para satisfacer las necesidades de las células del propio embrión.

Corazón y vasos de gran calibre

El desarrollo inicial del sistema circulatorio consiste en la migración de las células que forman el corazón, originadas en el epiblasto, a través de la línea primitiva en un orden anteroposterior bien definido

Tras abandonar la línea primitiva, las células precardiácas (que están asociadas a células endodérmicas en forma de mesodermo esplácnico) quedan dispuestas en el mismo orden anteroposterior en una región con forma de U de mesodermo cardiógeno, denominada medialuna cardíaca

En el embrión del ser humano, el primer mesodermo precardiáco reconocible es una zona con forma de semiluna de mesodermo engrosado posterior al disco embrionario del embrión en fase de gastrulación, durante la tercera semana



El corazón se forma a partir de diversas líneas celulares.

En el mesodermo cardiógeno existen células que expresan cadherina-N y otras que no lo hacen

Según su localización en el interior del mesodermo cardiógeno, las células positivas para cadherina-N formarán miocitos auriculares o ventriculares, mientras que las negativas para cadherina-N constituirán el revestimiento endocárdico y más tarde las células de los cojinetes endocárdicos

Sangre y vasos sanguíneos

La formación de la sangre y de los vasos sanguíneos comienza en la pared mesodérmica del saco vitelino y en la pared del corion que queda fuera del embrión en sí mismo.

En el mesodermo esplácnico extraembrionario del saco vitelino aparecen numerosos islotes sanguíneos pequeños, constituidos por células progenitoras denominadas hemangioblastos y estimulados por una interacción inductiva con el endodermo

A medida que los islotes sanguíneos vesiculares de la pared del saco vitelino se fusionan, forman canales vasculares primitivos que se extienden hacia el cuerpo del embrión. Se establecen conexiones con los tubos endoteliales asociados al corazón tubular y a los vasos principales, y empieza a tomar forma el plan primitivo del sistema circulatorio.

DESARROLLO DEL ENDODERMO

Tan pronto como se forma durante la gastrulación, el endodermo recibe información que determina las características anteriores o posteriores de las regiones apropiadas.

Durante la gastrulación, el FGF-4 confiere al endodermo un carácter posterior de donde se derivará el intestino posterior.

Esto determina el estadio en el que se inducen estructuras concretas (p. ej., pulmones, hígado y páncreas) o diferentes tipos de epitelio, según el tubo digestivo va madurando.

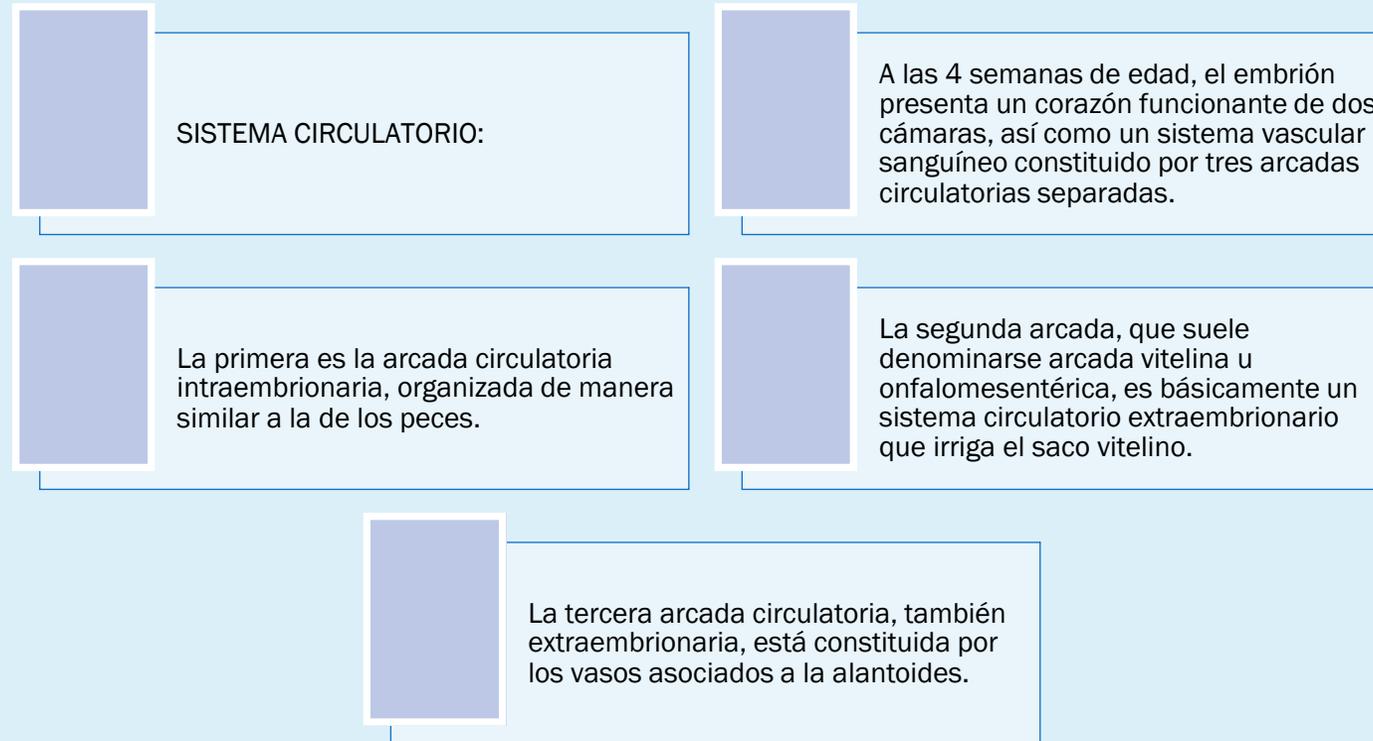
El desarrollo de la capa germinal endodérmica continúa con la transformación de la banda endodérmica intraembrionaria plana en un intestino tubular, debido al plegamiento lateral del cuerpo embrionario y a la curvatura ventral de los extremos craneal y caudal del embrión en una estructura con forma de C

La expansión de cualquiera de los extremos de la placa neural, sobre todo el tremendo crecimiento de la futura región cerebral, da lugar a la formación del pliegue de la cabeza y del pliegue de la cola a lo largo del plano sagital del embrión. Este proceso, junto con el pliegue lateral concomitante, hace que se empiecen a formar las estructuras tubulares del intestino anterior y del intestino posterior. También es un proceso que comienza a diferenciar el saco vitelino del propio intestino.



A medida que el intestino adquiere una configuración cada vez más tubular, una serie de interacciones inductivas locales entre el epitelio del sistema digestivo y el mesénquima circundante inicia la formación de la mayor parte de las glándulas digestivas y endocrinas (p. ej., la tiroides, las glándulas salivales, el páncreas), del sistema respiratorio y del hígado

ESTRUCTURA BÁSICA DEL EMBRIÓN DE CUATRO SEMANAS



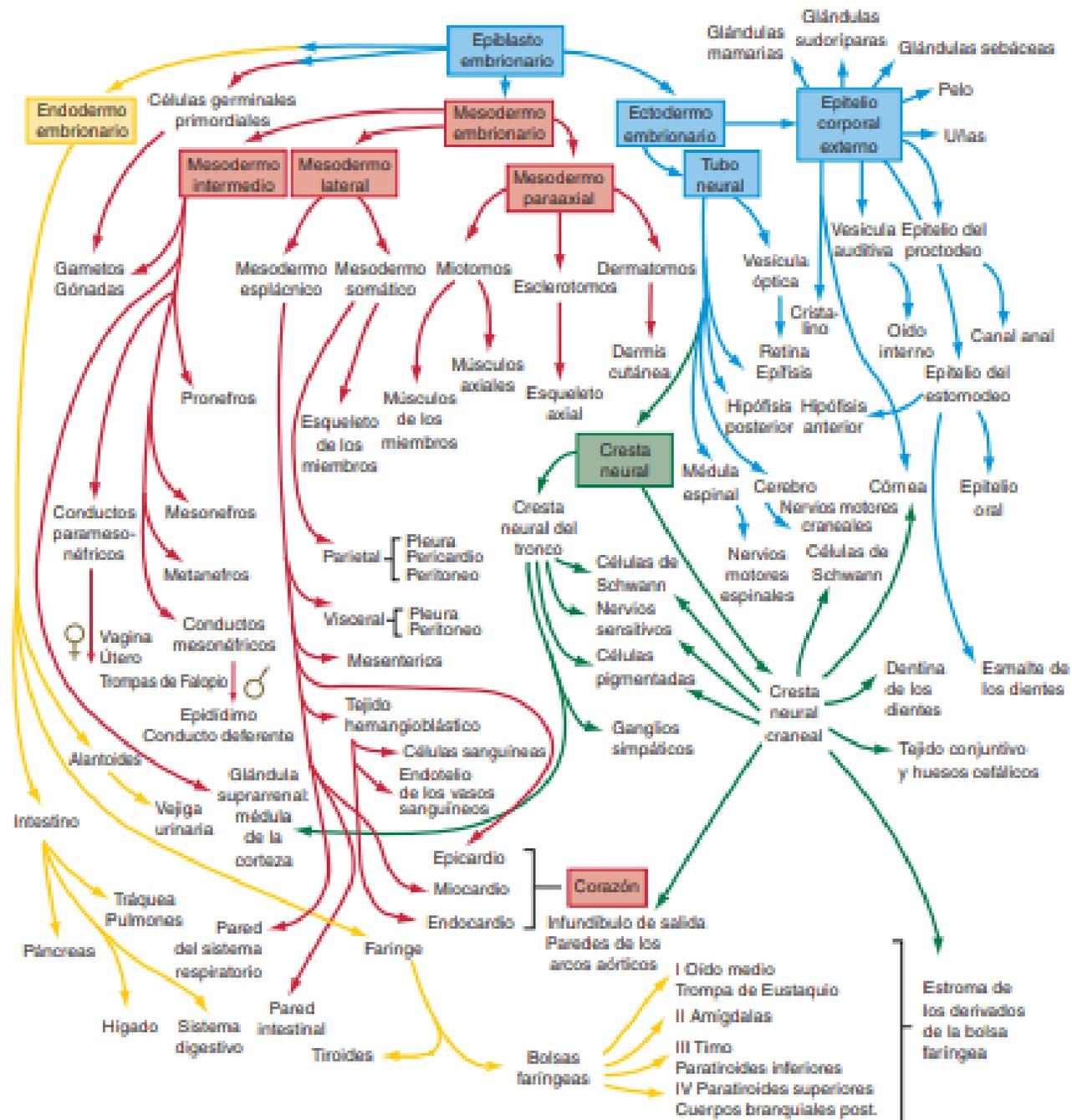
En el ser humano, esta tercera arcada está formada por los vasos umbilicales, que discurren a través del pedículo de fijación y se extienden en una intrincada red en la placenta y en los tejidos coriónicos.

Este grupo de vasos representa la auténtica interfase entre el embrión la madre. Aunque las dos arcadas circulatorias extraembrionarias no persisten como tales tras el nacimiento, las porciones intraembrionarias de las mismas permanecen en forma de vasos o ligamentos en el cuerpo del adulto.

DERIVADOS DE LAS CAPAS GERMINALES EMBRIONARIAS

Hacia el final de la cuarta semana de desarrollo, los primordios de la mayor parte de las estructuras y órganos corporales ya han sido establecidos, en muchos casos a consecuencia de interacciones inductivas locales.

Cada una de las capas germinales embrionarias contribuye a la formación de muchas de estas estructuras.



CONCLUSIÓN

En este capítulo se habla sobre el desarrollo embrionario, continuación de la gastrulación, en la que seguimos viendo el desarrollo del embrión, en sus fases del desarrollo de los órganos, hasta la cuarta semana de gestación.

BIBLIOGRAFÍA

- Carlson, B. M. (2019). *Embriología Humana Y Biología del Desarrollo* (6a ed.). Elsevier.