



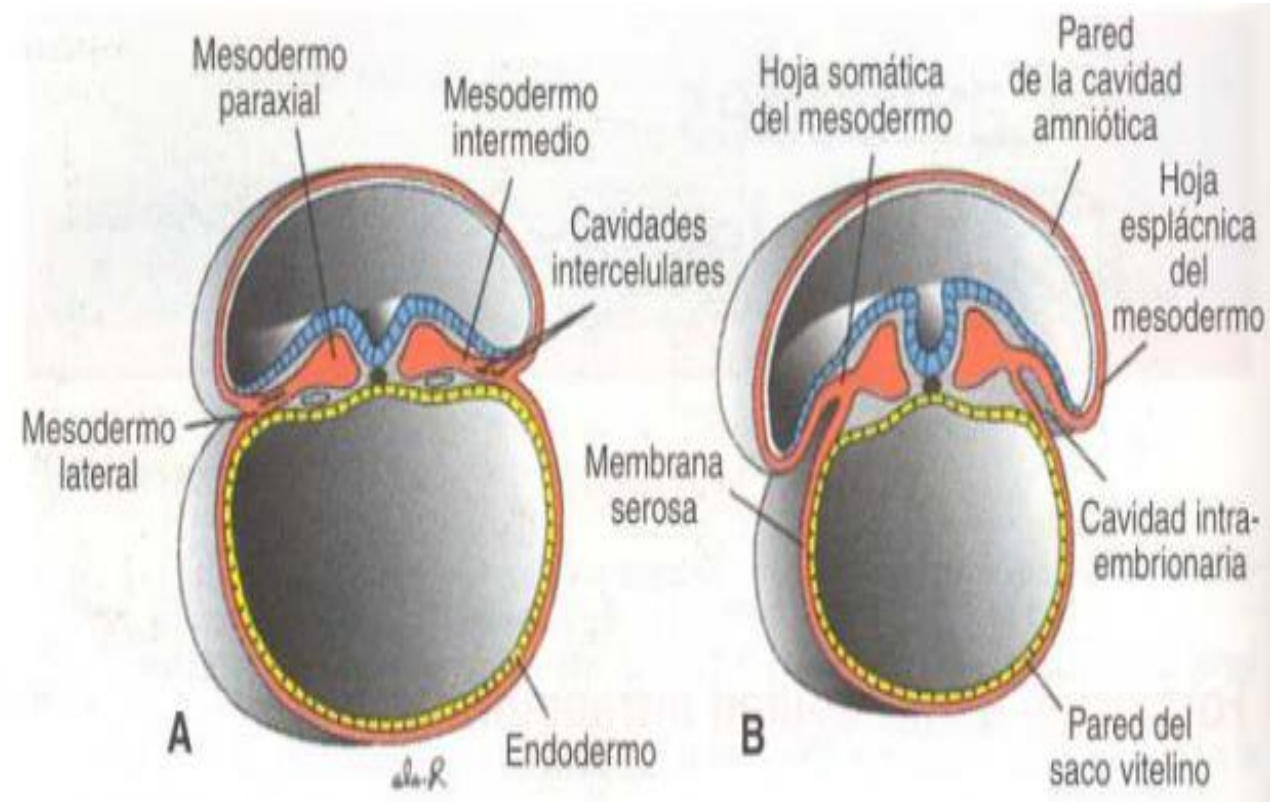
Cavidades corporales

Formación de la cavidad intraembrionaria

CBO

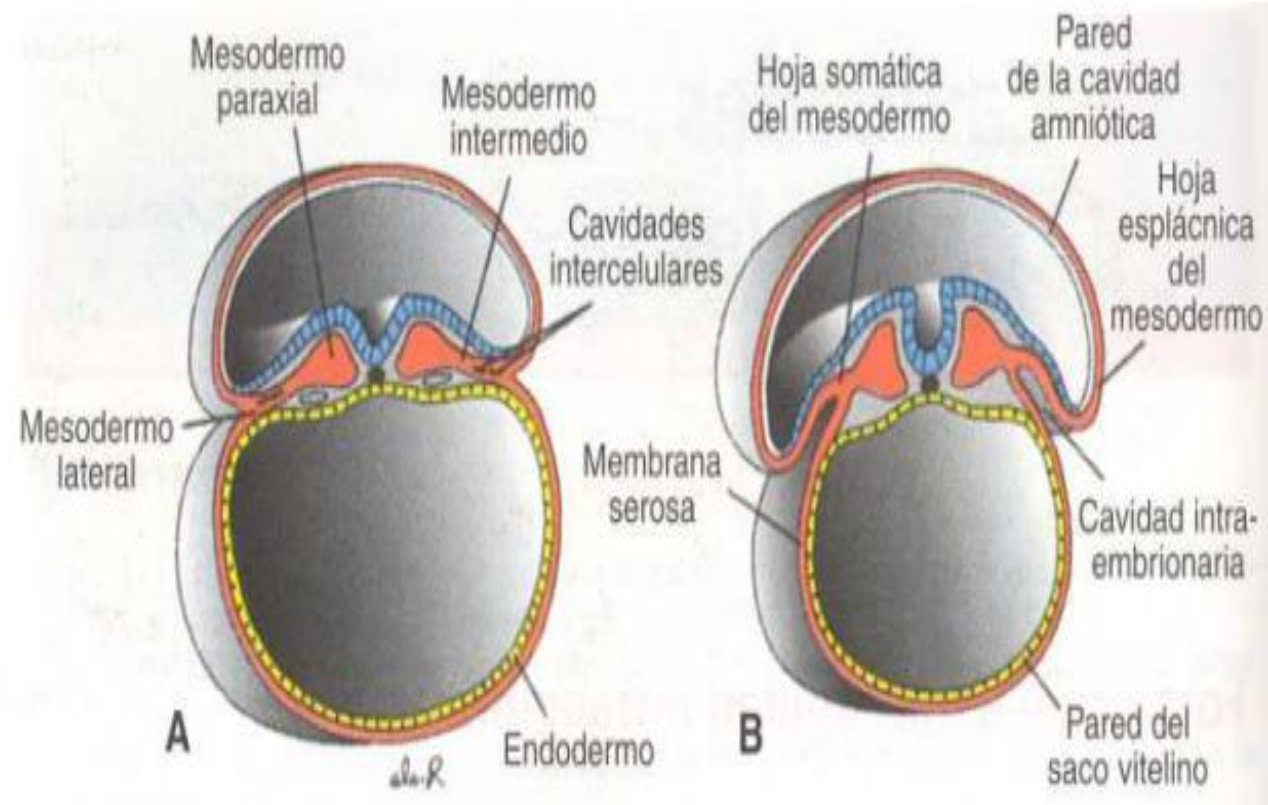
Educamos Diferente

- Hacia el final de la tercera semana, el mesodermo intraembrionario de cada lado de la línea media se diferencia en una porción paraxial, una porción intermedia y una lámina lateral (mesodermo lateral)
- Cuando aparecen hendiduras intercelulares en el mesodermo lateral, las láminas se dividen en dos capas: la hoja somática del mesodermo y la hoja esplácnica del mesodermo.
- Esta última se continúa con el mesodermo de la pared del saco vitelino. El espacio limitado por estas hojas forma la cavidad intraembrionaria (cavidad corporal).

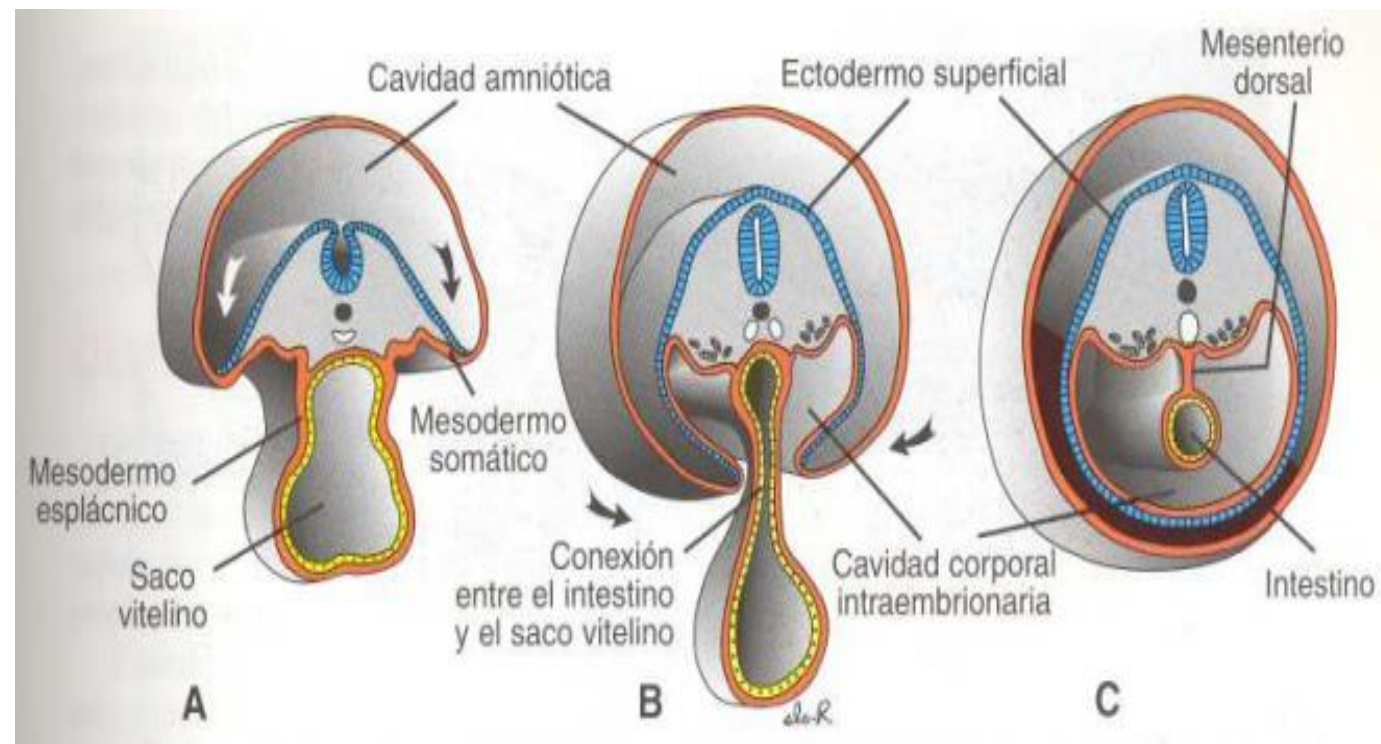


Membranas serosas

- Las células del mesodermo somático que revisten el celoma intraembrionario se transforman en mesoteliales y constituyen la capa parietal de las membranas serosas que revisten la parte externa de las cavidades peritoneal, pleural y pericárdica.
- las células de la hoja esplácnica del mesodermo formarán la capa visceral de las membranas serosas que cubren los órganos abdominales, los pulmones y el corazón

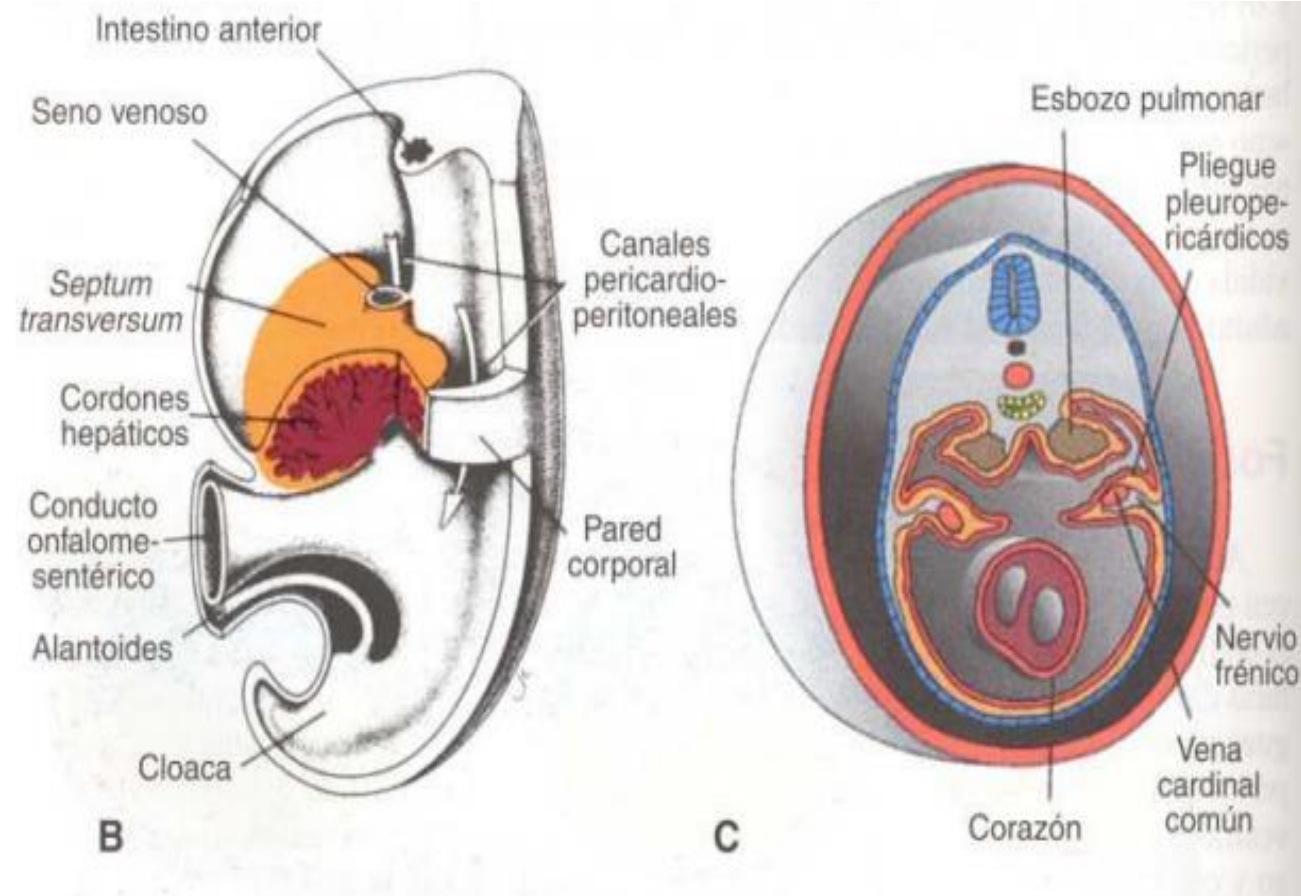


- Las capas visceral y parietal se continúan una con la otra a nivel de la raíz del mesenterio dorsal que mantiene suspendido el tubo intestinal en la cavidad peritoneal.
- El mesenterio ventral solamente se extiende desde el intestino anterior caudal hasta la porción superior del duodeno y es el resultado del adelgazamiento del mesodermo del *septum transversum*.
- Estos mesenterios representan capas dobles de peritoneo por donde transcurren los vasos sanguíneos, linfáticos y nervios hasta los diferentes órganos..



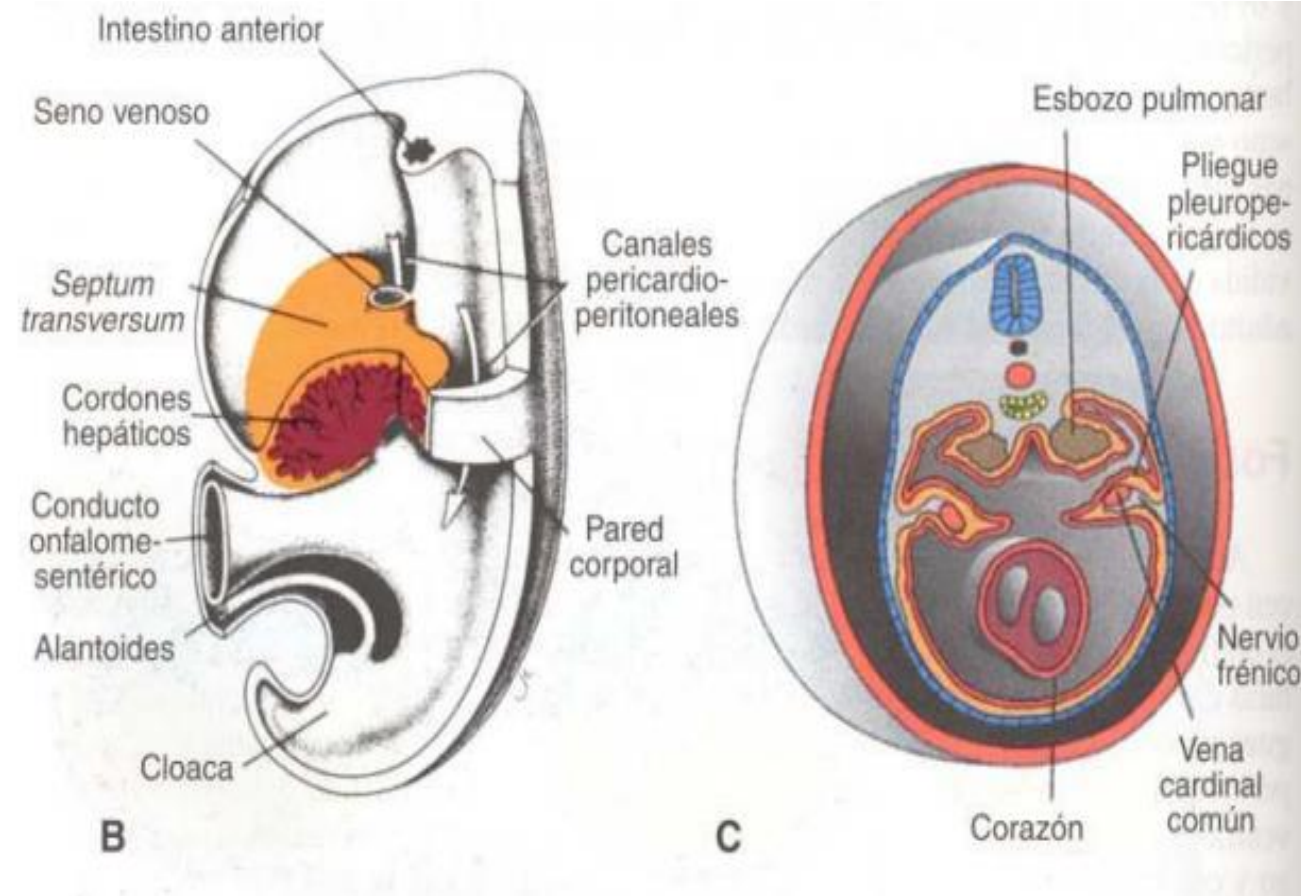
Diafragma y cavidad torácica

- El *septum transversum* es una lámina gruesa de tejido mesodérmico que ocupa el espacio entre la cavidad torácica y el pedículo del saco vitelino.
- Este tabique no separa por completo las cavidades torácica y abdominal, sino que deja una comunicación amplia, los canales pericardioperitoneales, a cada lado del intestino anterior



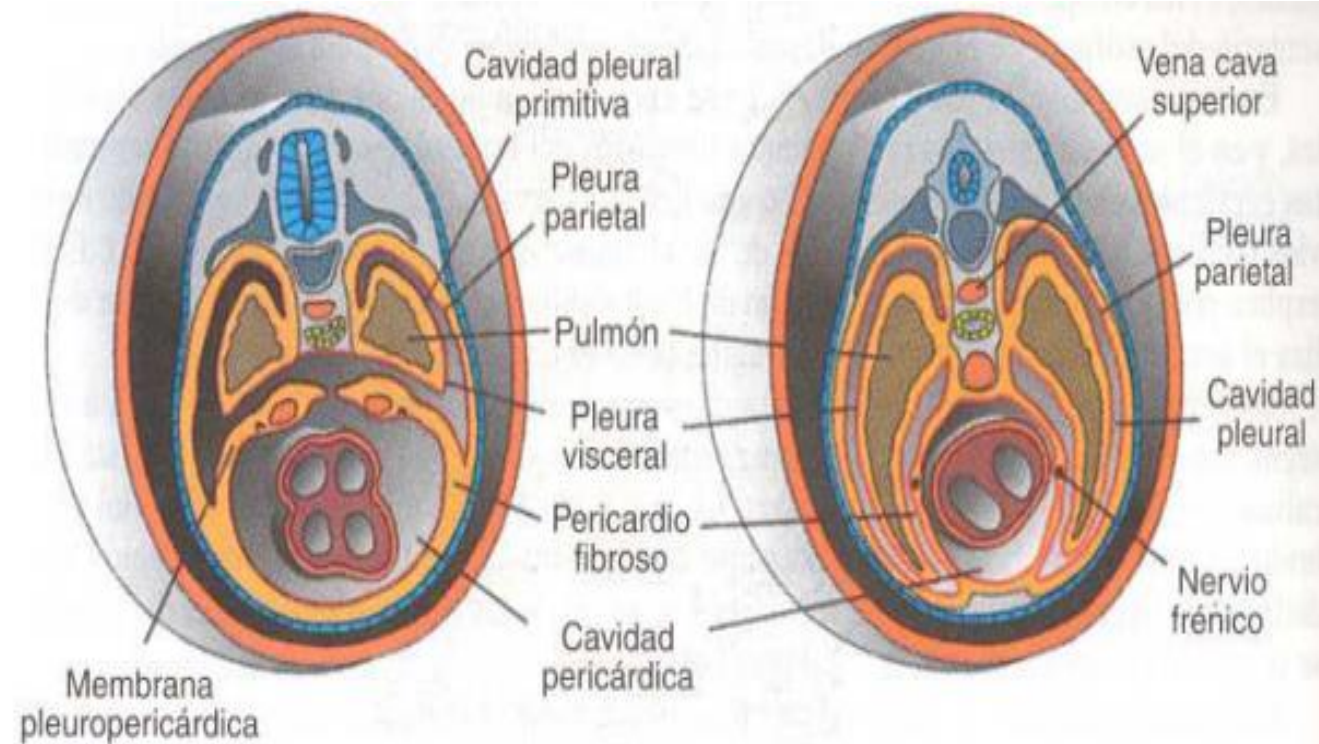
Diafragma y cavidad torácica

- Cuando comienza el crecimiento de los esbozos pulmonares, éstos se expanden en sentido caudolateral dentro de los canales pericardioperitoneales.
- Como consecuencia del crecimiento rápido de los pulmones, los canales pericardioperitoneales resultan demasiado pequeños y los pulmones comienzan a expandirse dentro del mesénquima de la pared corporal en dirección dorsal, lateral y ventral



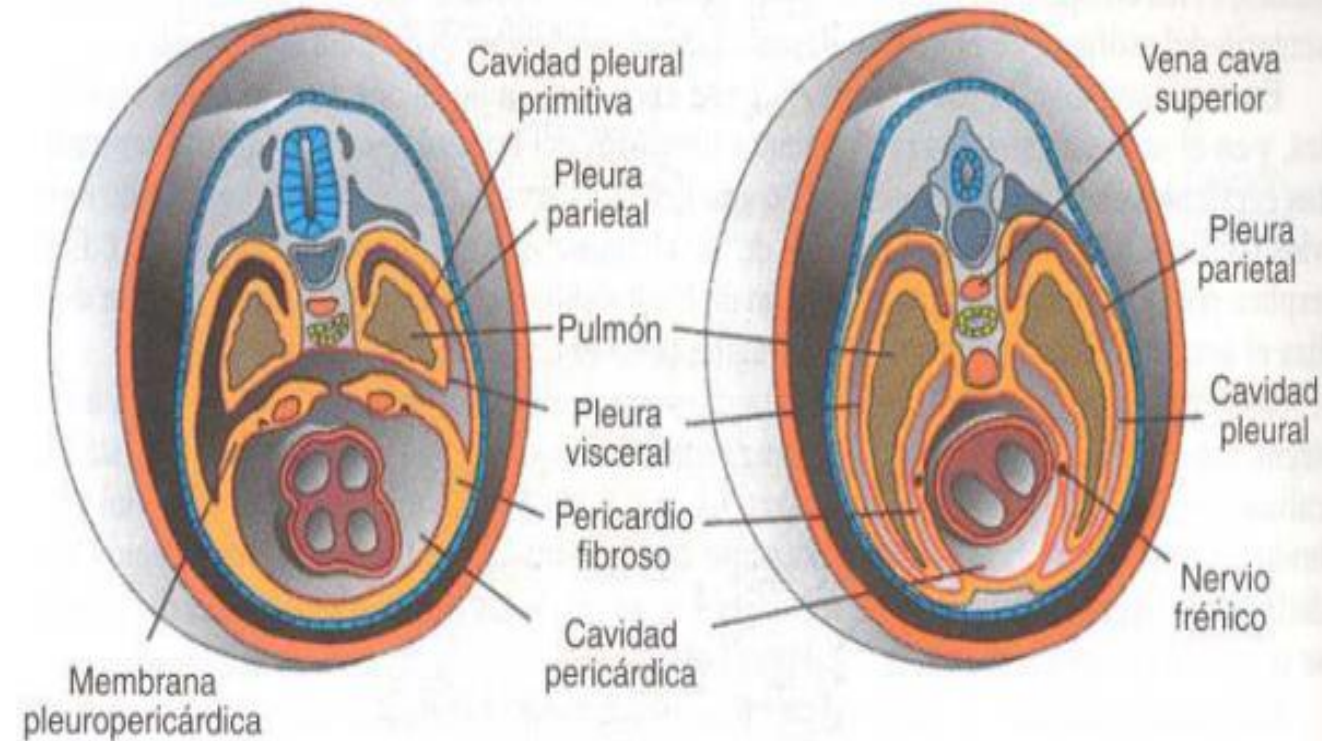
Diafragma y cavidad torácica

- Con la expansión de los pulmones, el mesodermo de la pared del cuerpo se divide en dos componentes:
 - a) la pared definitiva del tórax
 - b) las membranas pleuropericárdicas, que son prolongaciones de los pliegues pleuropericárdicos que contienen las venas cardinales comunes y los nervios frénicos.



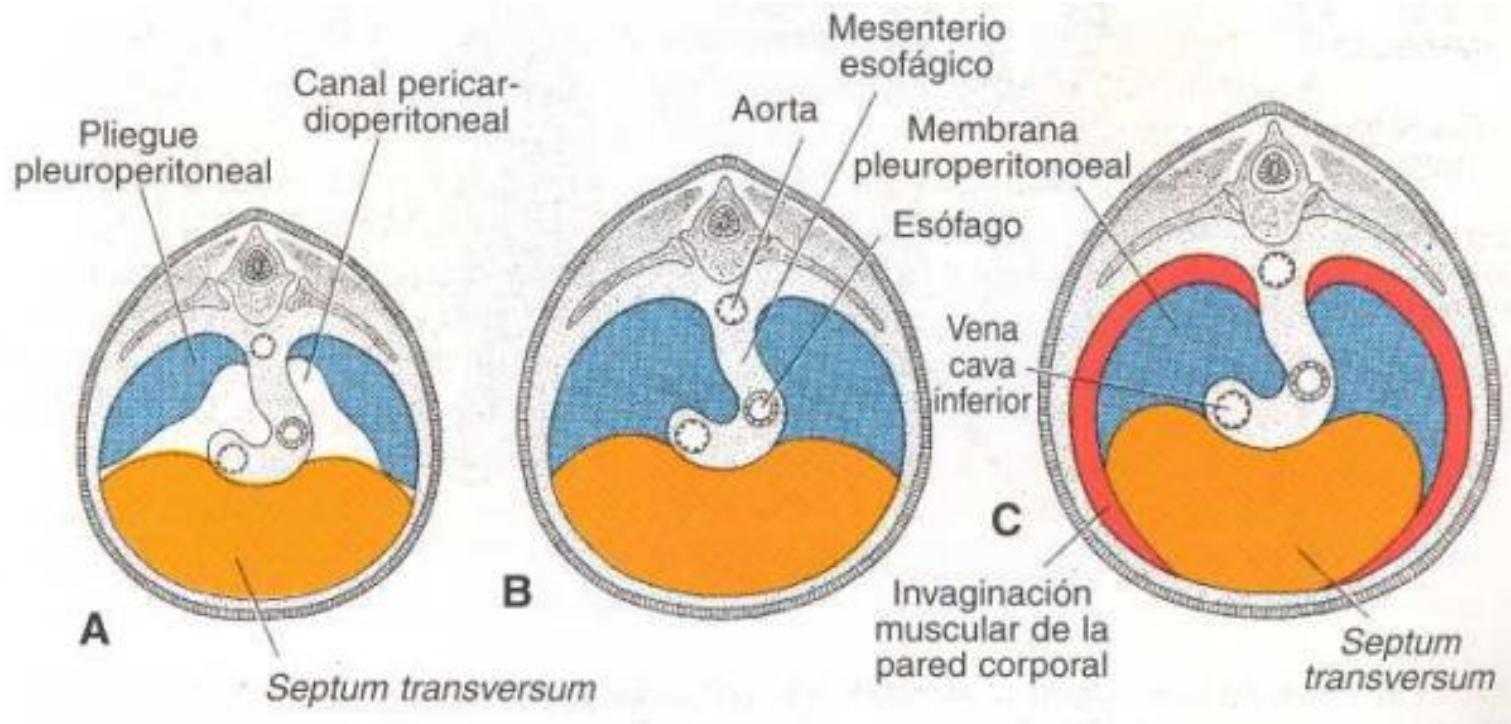
Diafragma y cavidad torácica

- s membranas pleuropericárdicas se extienden a la manera de un mesenterio.
- Por último se fusionan entre sí y con la raíz de los pulmones y entonces la cavidad torácica queda dividida en la cavidad pericárdica y dos cavidades pleurales definitivas



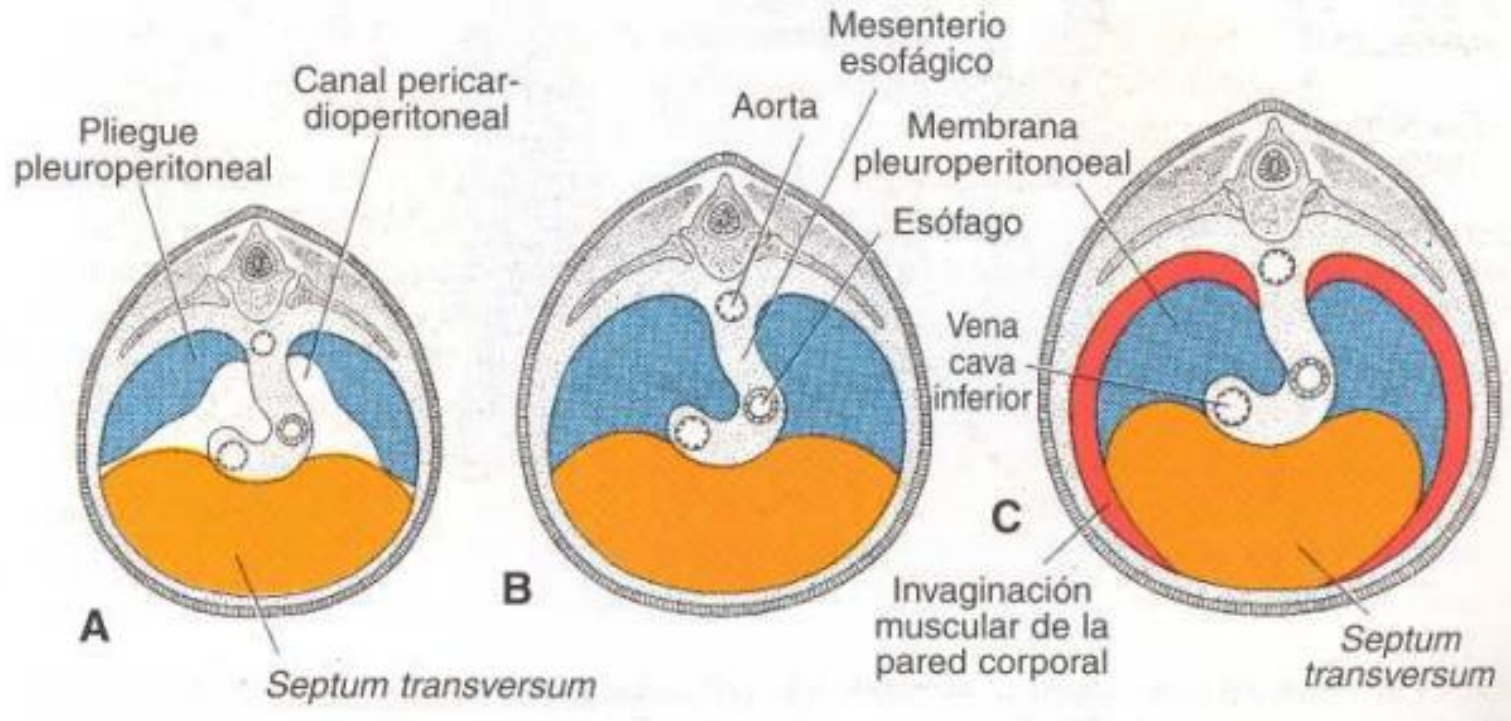
Formación del diafragma

- Aun cuando las cavidades pleurales están separadas de la cavidad pericárdica, permanecen por un tiempo en comunicación directa con la cavidad abdominal (peritoneal), porque el diafragma todavía está incompleto.
- Durante el desarrollo ulterior, la abertura entre las futuras cavidades pleural y peritoneal es cerrada por pliegues en forma de medialuna, los pliegues pleuroperitoneales, que se proyectan en el extremo caudal de los canales pericardioperitoneales



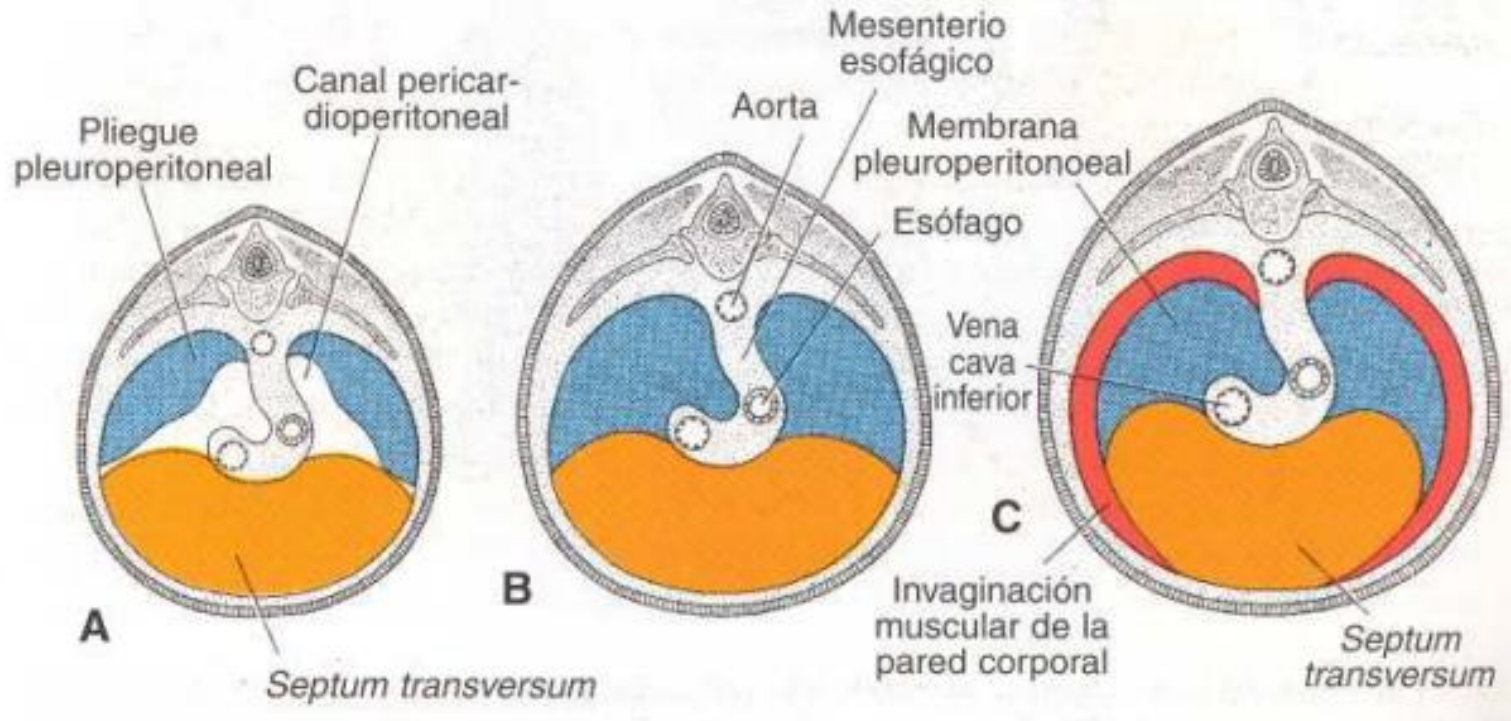
Formación del diafragma

- Progresivamente, los pliegues se extienden en dirección medial y ventral, de modo tal que hacia la séptima semana se fusionan con el mesenterio del esófago y con el *septum transversum*.
- En consecuencia, la conexión entre las porciones torácica y abdominal de la cavidad corporal es cerrada por las membranas pleuroperitoneales.



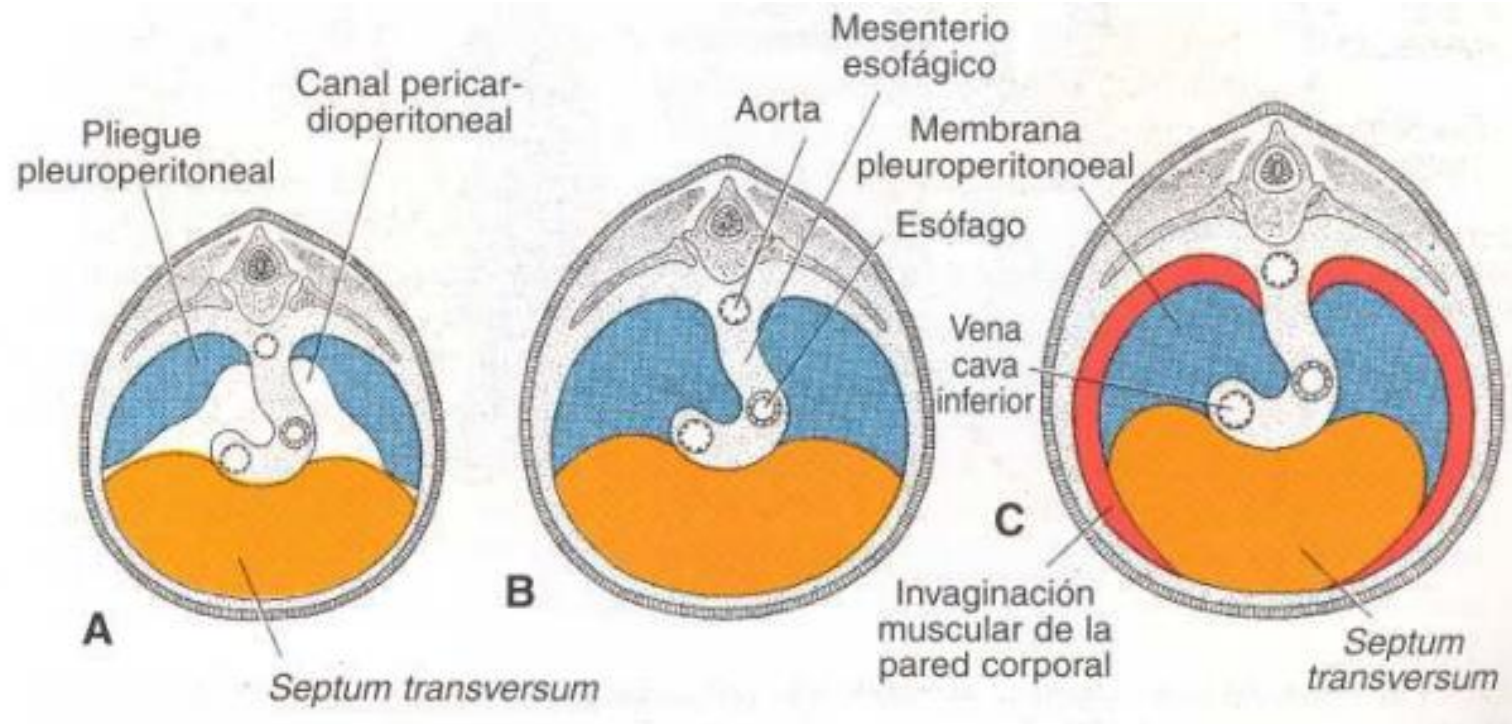
Formación del diafragma

- La expansión adicional de las cavidades pleurales en el mesénquima de la pared del cuerpo da como resultado el agregado de un reborde periférico a las membranas pleuroperitoneales.
- Una vez que se ha formado este reborde, los mioblastos que se originan en la pared del cuerpo penetran en las membranas para formar la parte muscular del diafragma.



Formación del diafragma

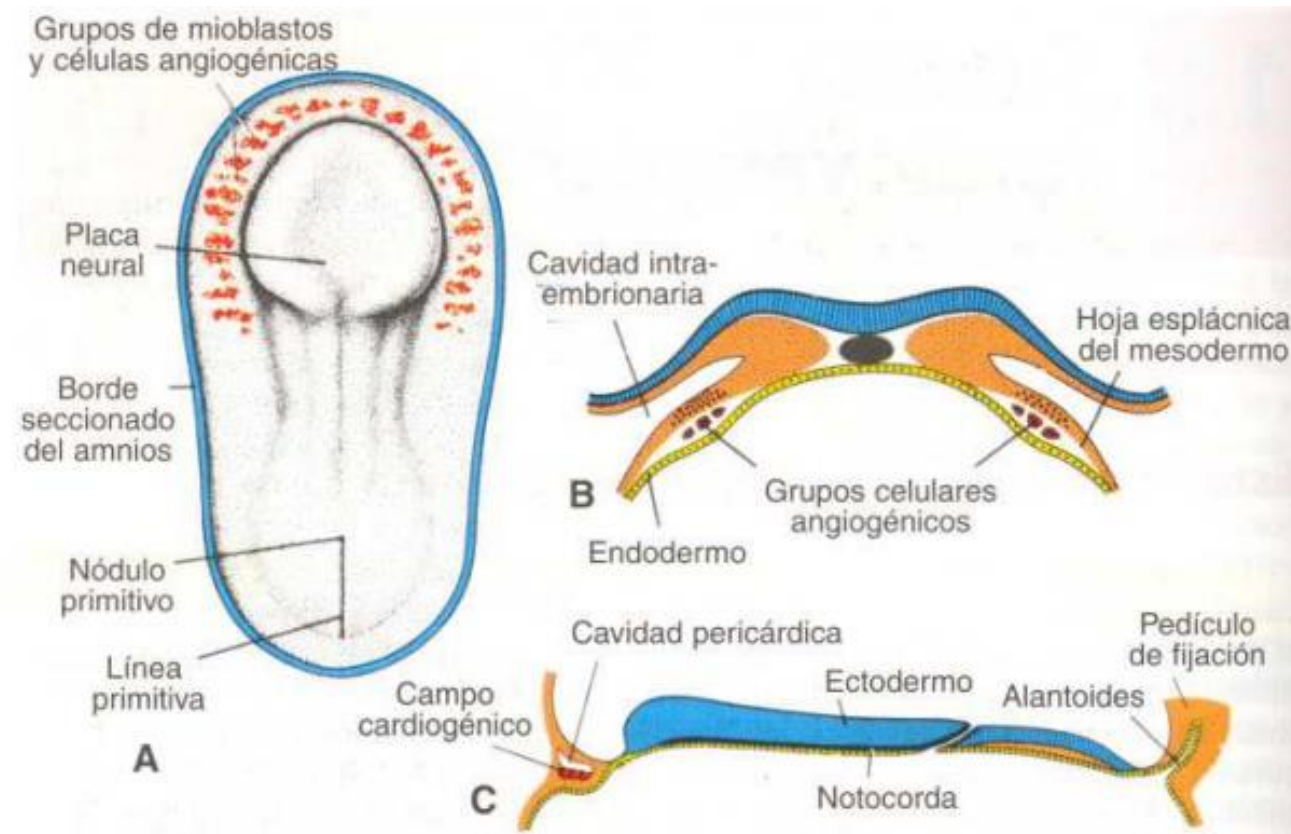
- En consecuencia, el diafragma deriva de las siguientes estructuras:
- a) el *septum transversum*, que forma el centro tendinoso del diafragma
- b) las dos membranas pleuroperitoneales;
- c) los componentes musculares de las paredes corporales lateral y dorsal
- d) el mesenterio del esófago, en el cual se desarrollan los pilares del diafragma



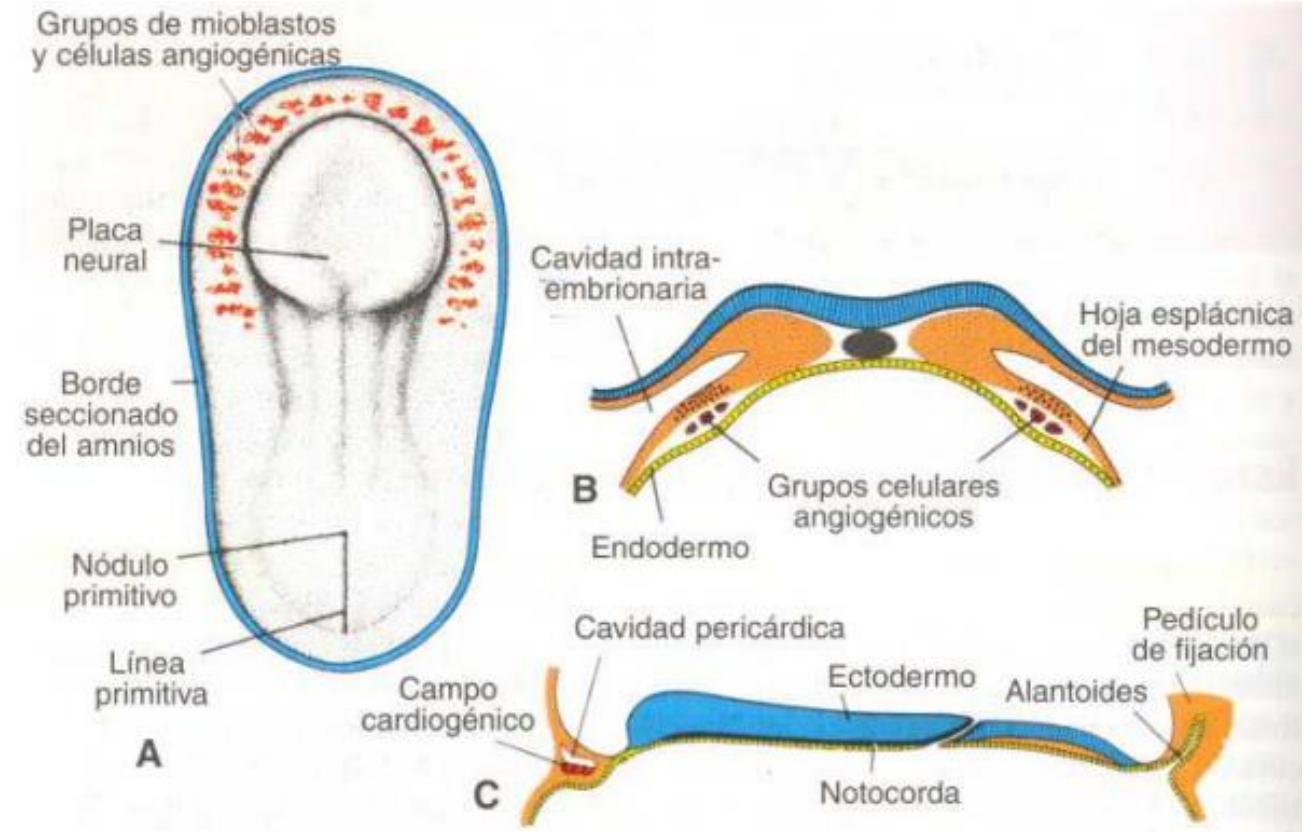


Sistema Cardiovascular

- El sistema vascular del embrión humano aparece hacia la mitad de la tercera semana
- Las células cardíacas progenitoras se encuentran en el epiblasto, ubicadas inmediatamente laterales a la línea primitiva. Desde allí, migran a través de la línea primitiva.
- En primer lugar, migran las células destinadas a formar los segmentos craneales del corazón y el tracto de salida, y las células que forman las porciones más caudales, el ventrículo derecho, el ventrículo izquierdo, y el seno venoso, respectivamente, migran en orden secuencial.



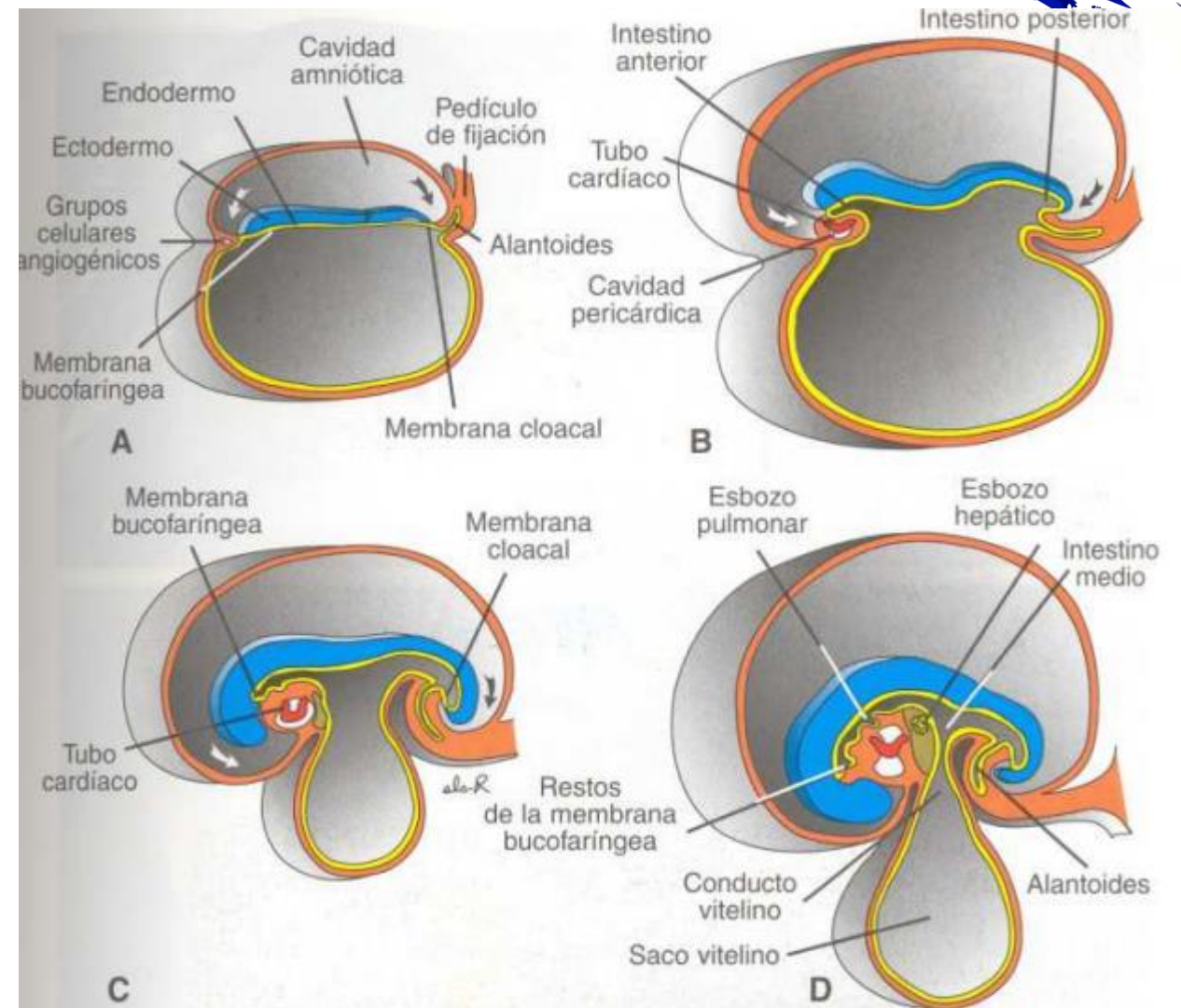
- Las células endocárdicas (angioblastos), también aparecen en el mesodermo, donde proliferan y coalescen para formar acúmulos celulares aislados denominados angioquistes.
- Con el tiempo los acúmulos se unen y constituyen un tubo revestido de endotelio rodeado por mioblastos con forma de herradura.
- Esta región se conoce como el campo cardiogénico; la cavidad intraembrionaria situada por encima de esa región formará después la cavidad pericárdica



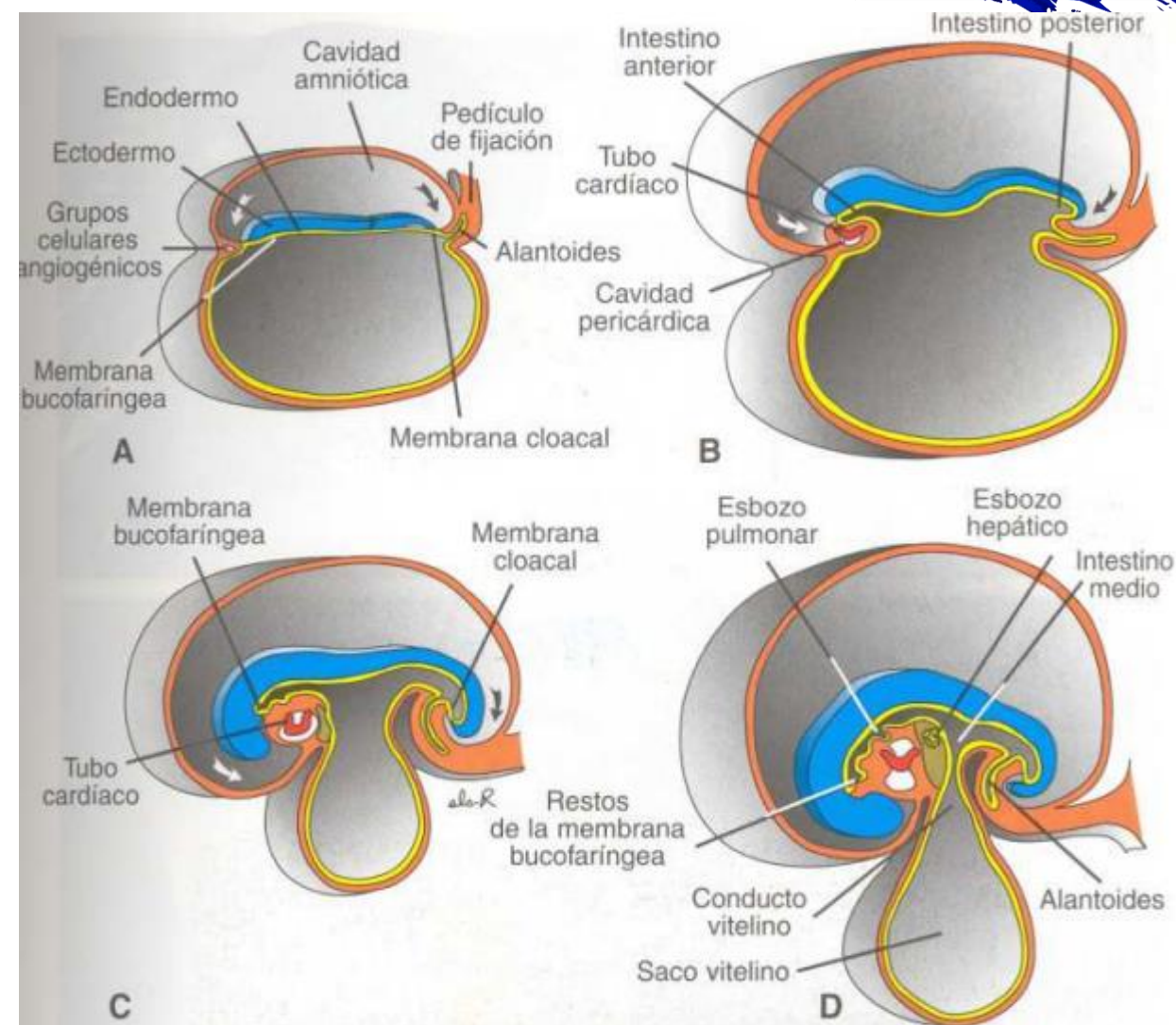
Formación y posición del tubo cardíaco



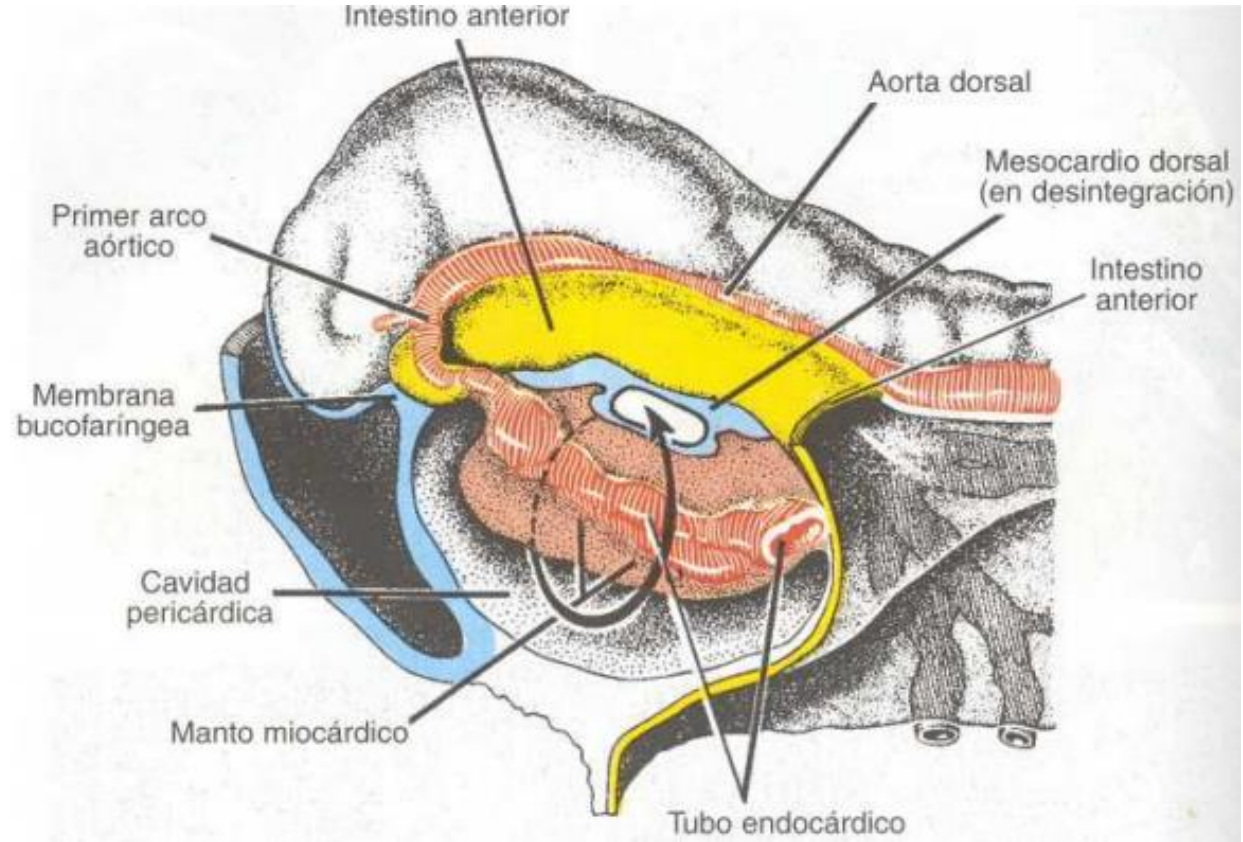
- En un principio, la porción central del área cardiogénica está situada por delante de la membrana bucofaringea y de la placa neural
- al producirse el cierre del tubo neural y la formación de las vesículas cerebrales, el sistema nervioso central crece muy rápidamente en dirección cefálica, tanto que se extiende sobre la región cardiogénica central y la futura cavidad pericárdica
- con la flexión cefalo caudal, el embrión también se pliega lateralmente



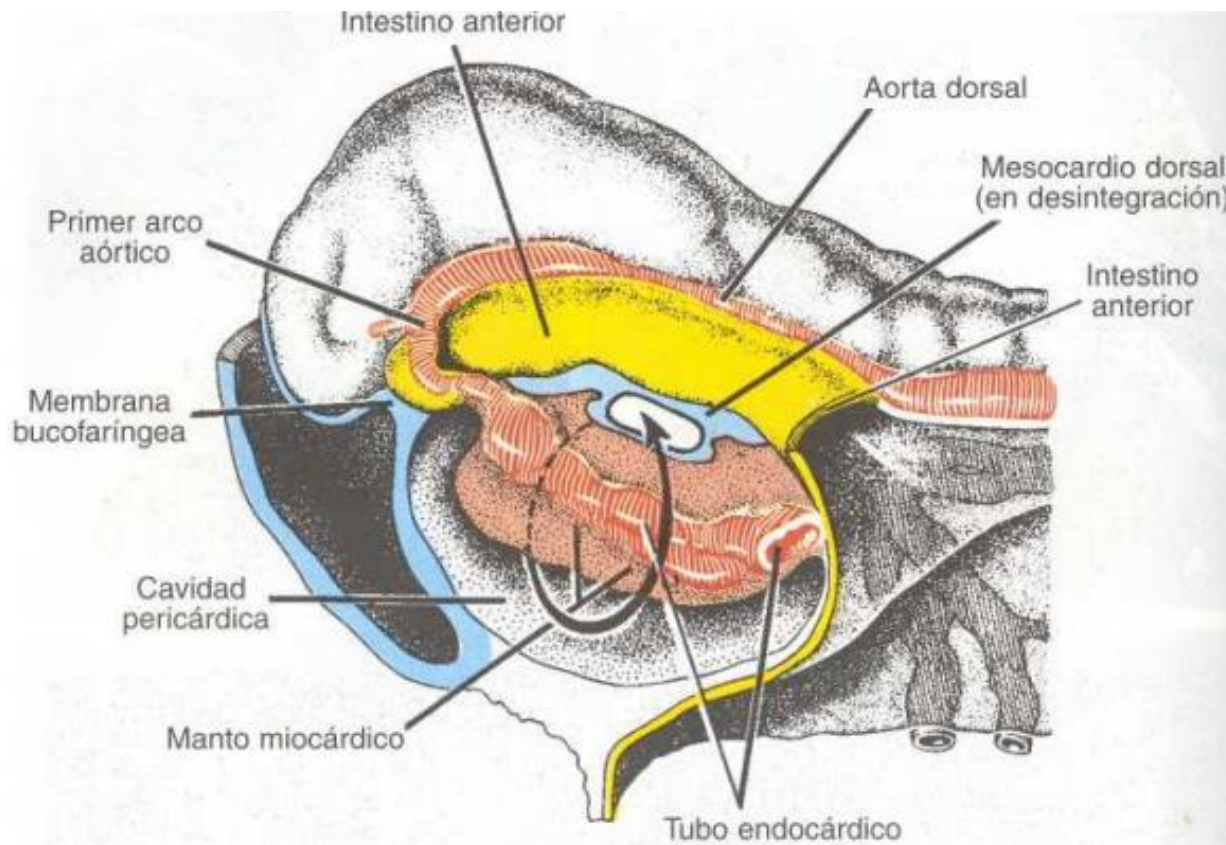
- el corazón se convierte en **un** tubo en continua expansión que consiste en **un** revestimiento endotelial interno y una capa miocárdica externa. Éste recibe el caudal venoso desde su polo caudal y comienza bombear la sangre del primer arco aórtico hacia la aorta dorsal desde su polo craneal
- El tubo cardíaco en desarrollo sobresale gradualmente en la cavidad pericárdica. Sin embargo, en un principio, el tubo permanece unido aliado dorsal de la cavidad pericárdica por medio de un pliegue de tejido mesodérmico, el **mesocardio dorsal**



- En tanto ocurren estos fenómenos, el miocardio se va engrosando y secreta una gruesa capa de matriz extracelular, rica en ácido hialurónico, que lo separa del endotelio.
- Además, las células mesoteliales de la región del seno venoso emigran sobre el corazón para formar el epicardio.

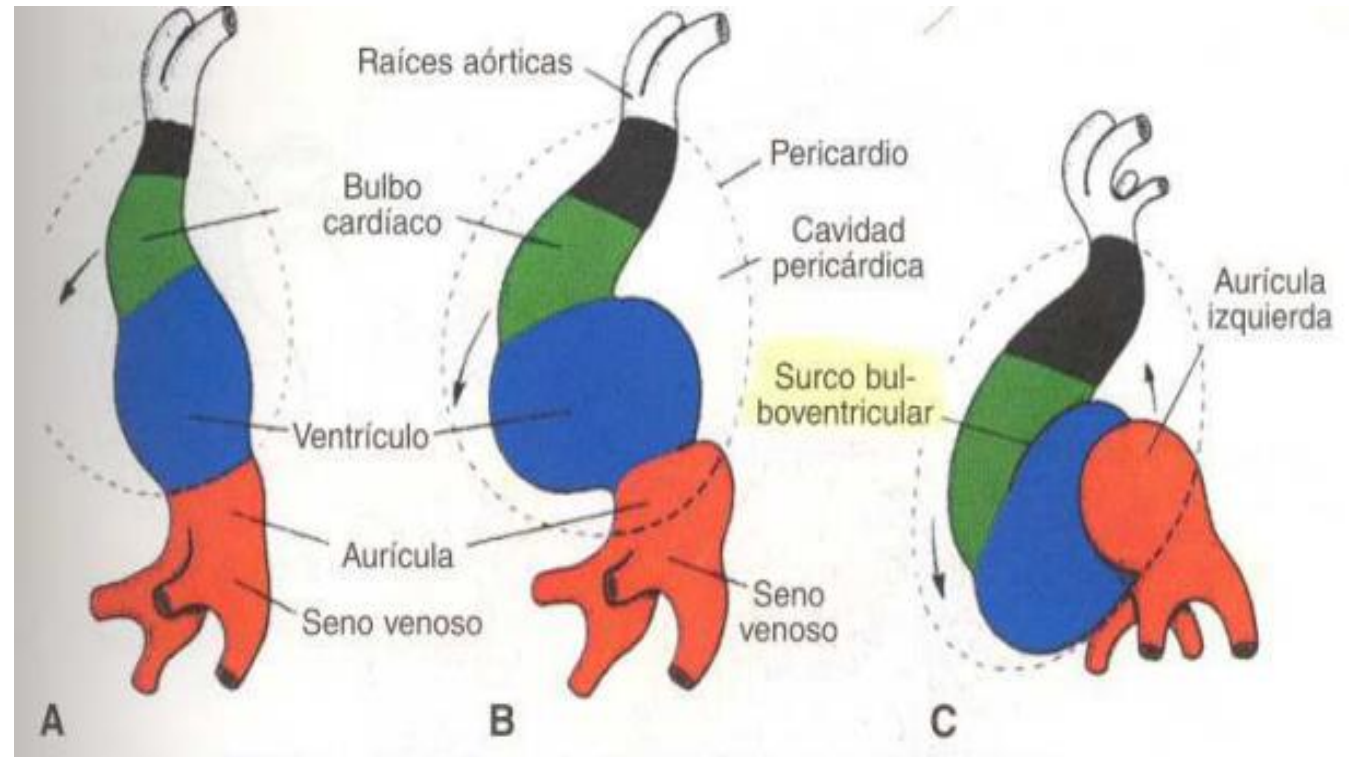


- el tubo cardíaco consiste en tres capas:
 - a) endocardio, que forma el revestimiento endotelial interno del corazón
 - b) miocardio, que constituye lá pared muscular
 - c) epicardio o pericardio visceral, que cubre el exterior del tubo.



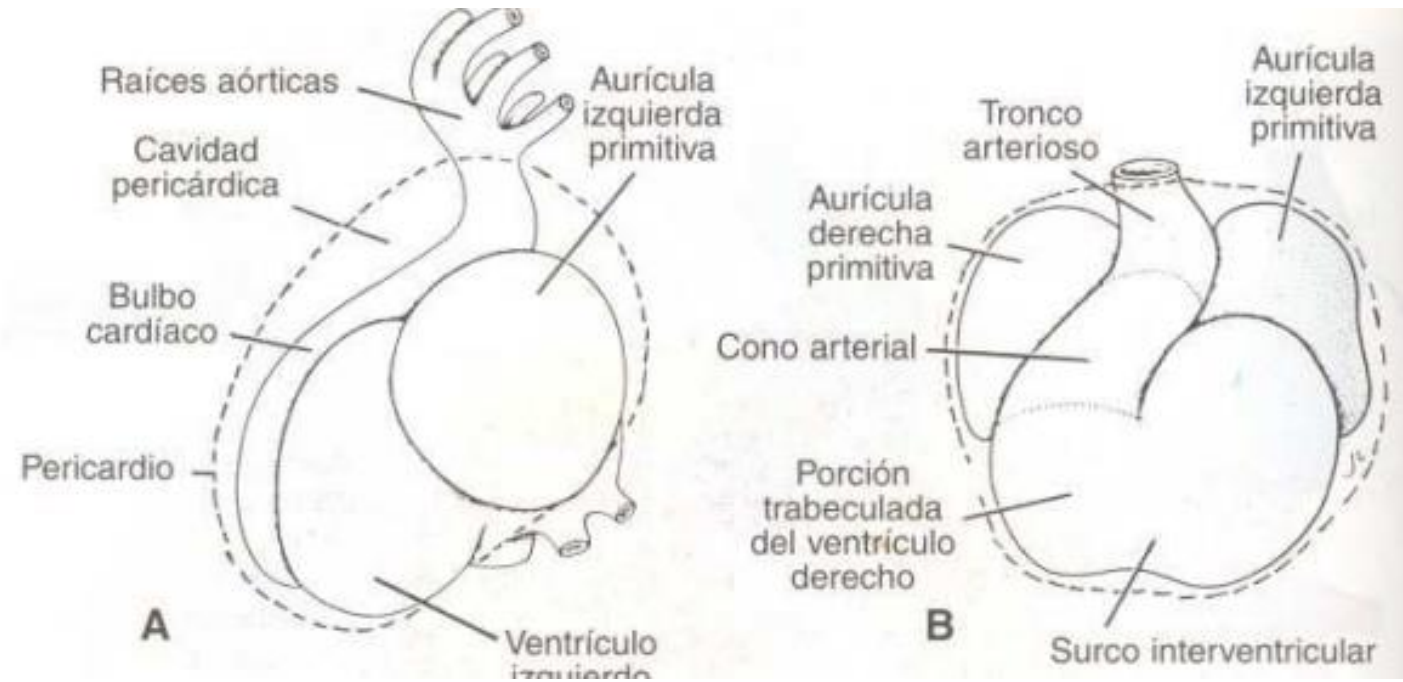
Formación del asa cardíaca

- El tubo cardíaco continúa alargándose y comienza a doblarse a los 23 días.
- La porción cefálica del tubo se pliega en dirección ventral y caudal y hacia la derecha mientras que la porción auricular (caudal) lo hace en dirección dorsocraneal y hacia la izquierda.
- Este plegamiento, que se puede deber a cambios de la morfología celular, forma el asa cardíaca, y se completa a los 28 días.



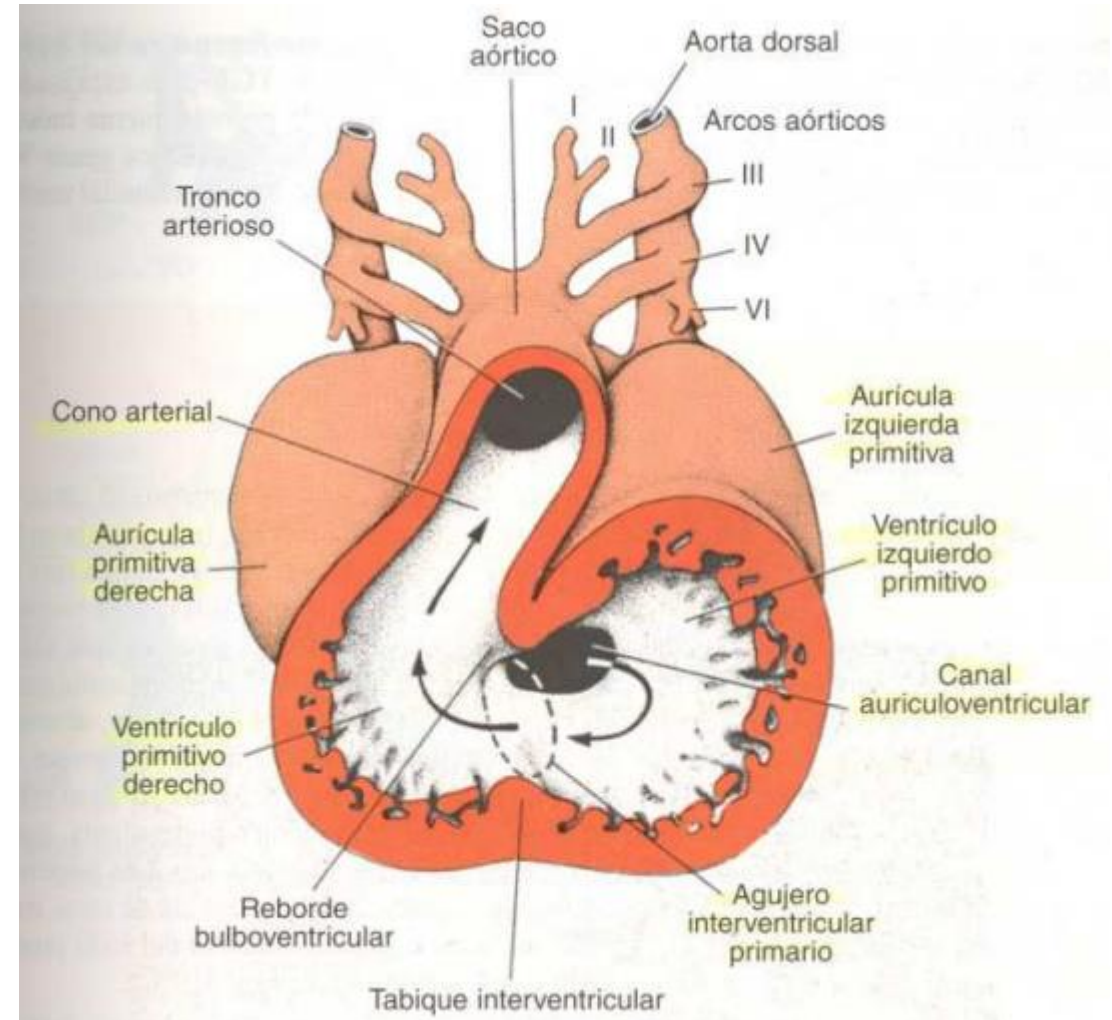
Formación del asa cardíaca

- La porción auricular, que en un principio es una estructura par situada fuera de la cavidad pericárdica, forma una aurícula común y se incorpora a la cavidad pericardíaca
- La unión auriculoventricular sigue siendo angosta y forma el canal auriculoventricular, el cual conecta la aurícula común con el ventrículo embrionario primitivo



Formación del asa cardíaca

- La porción media, denominada como arterial, formará los infundíbulos (tractos de salida) de los ventrículos. La parte distal del bulbo, el tronco arterioso, originará las raíces y la porción proximal de la aorta y la arteria pulmonar
- Hacia el final de la formación del asa, el tubo cardíaco de paredes lisas comienza a formar trabéculas primitivas en dos zonas perfectamente definidas; proximal y distal al agujero interventricular primario

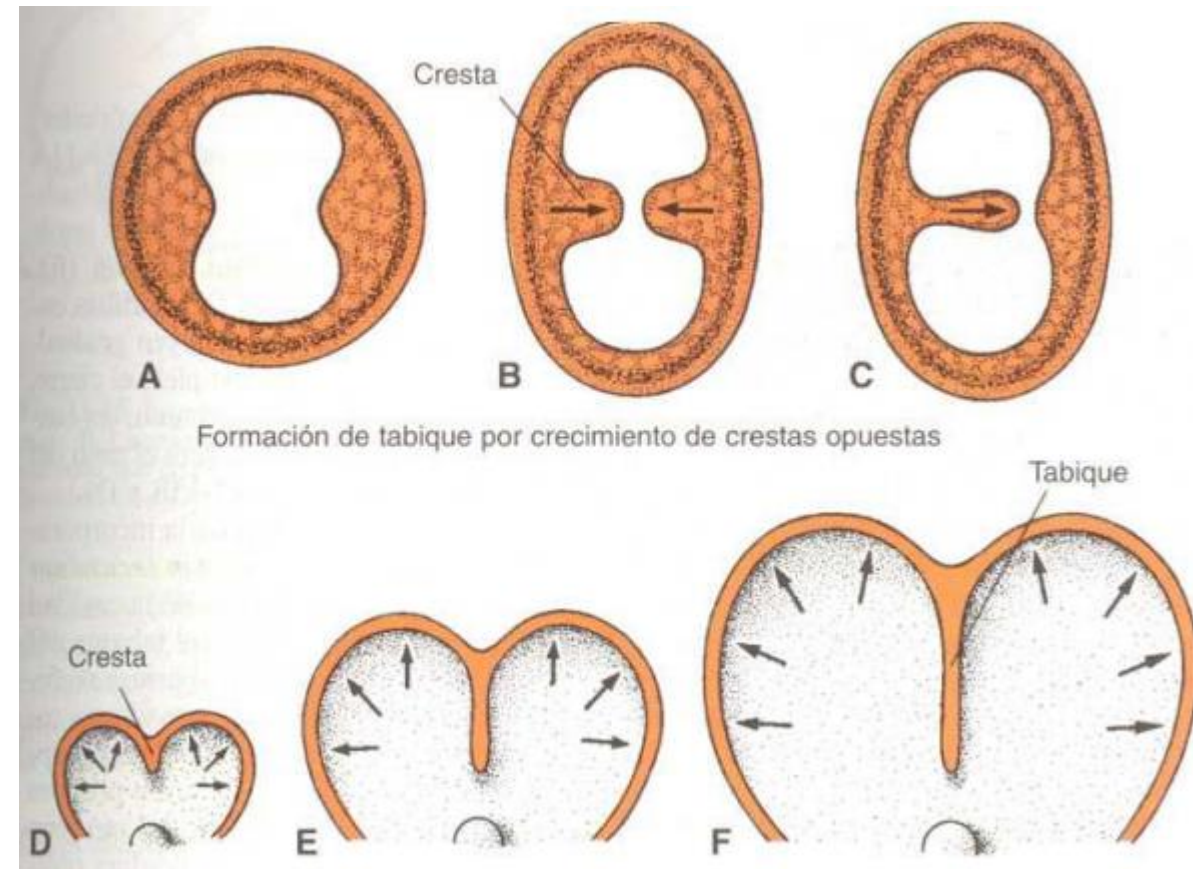


Regulación molecular del desarrollo cardíaco

- El factor de transcripción *Nkx2-5* (también llamado CSX), que especifica el campo cardiogénico, es importante para el tabicamiento y desarrollo del sistema de conducción.
- *TBX5* es otro factor de transcripción que contiene una región que se une al DNA conocida como la caja T, este participa en el tabicamiento
- el gen *morfogenético del hueso 2 (BMP-2)*, un miembro de la familia de factores de crecimiento de TGF -p, es expresado en el endodermo que está por debajo del mesodermo cardíaco; éste probablemente induce y mantiene la expresión de *NKx2-5* para establecer el campo cardiogénico.

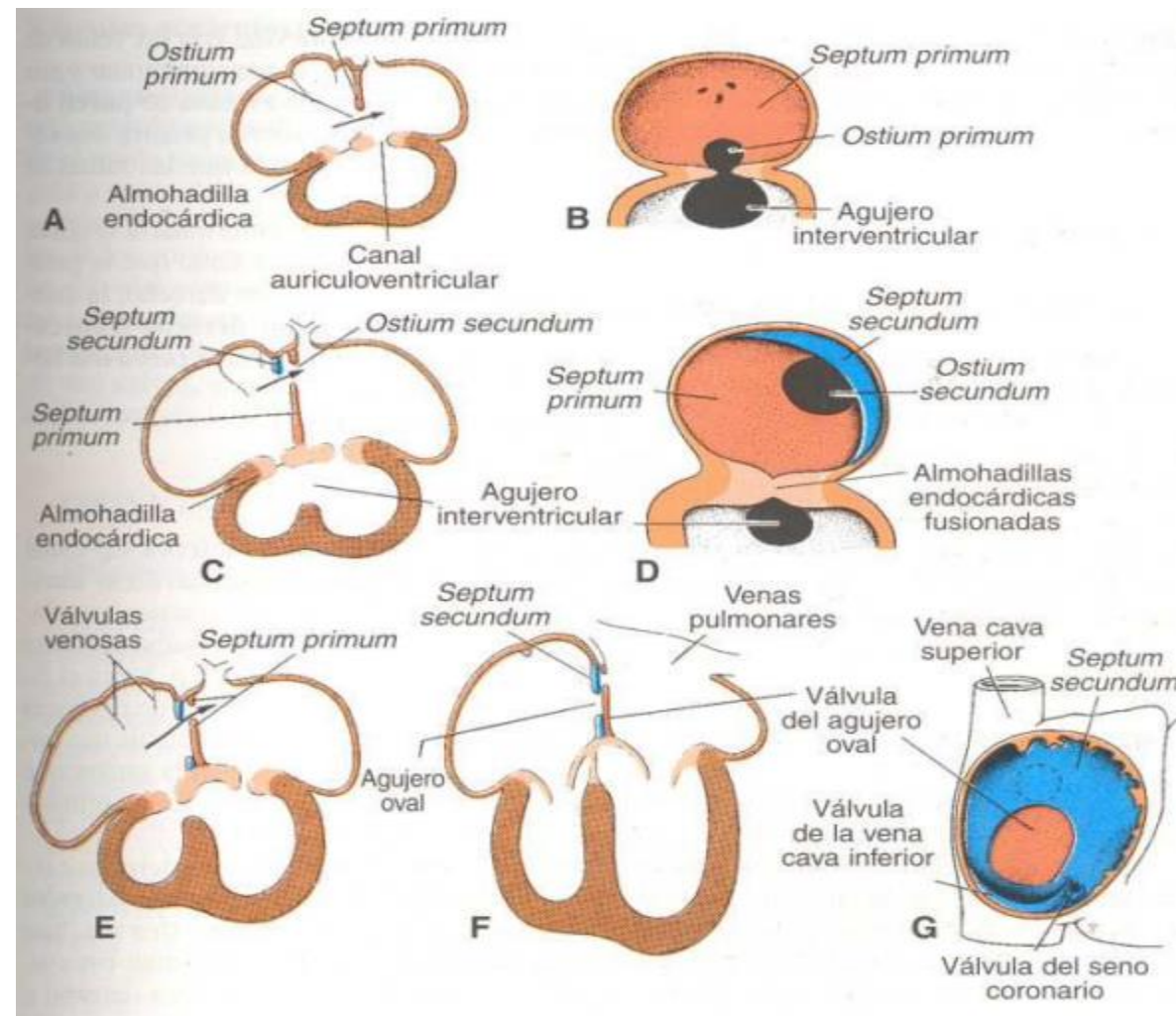
Formación de los tabiques cardíacos

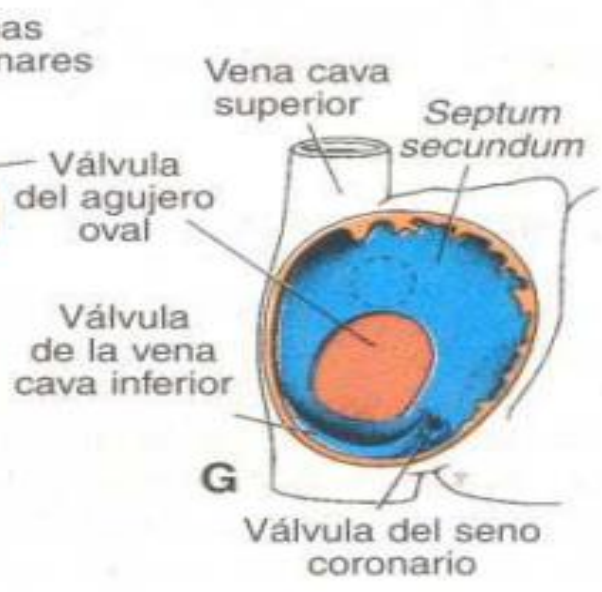
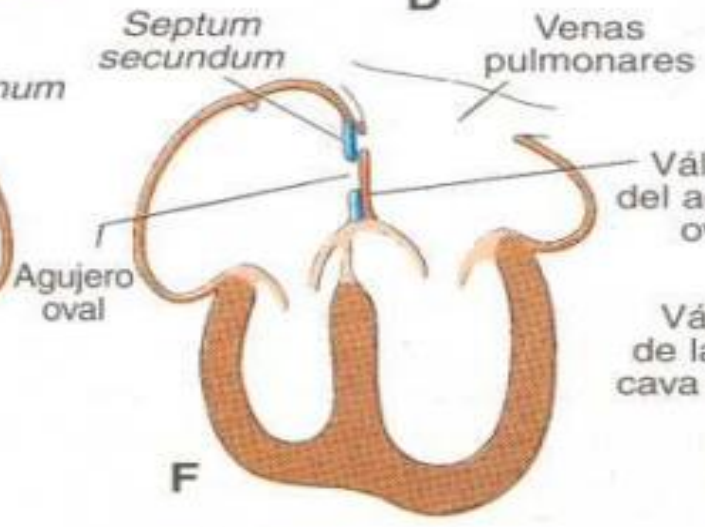
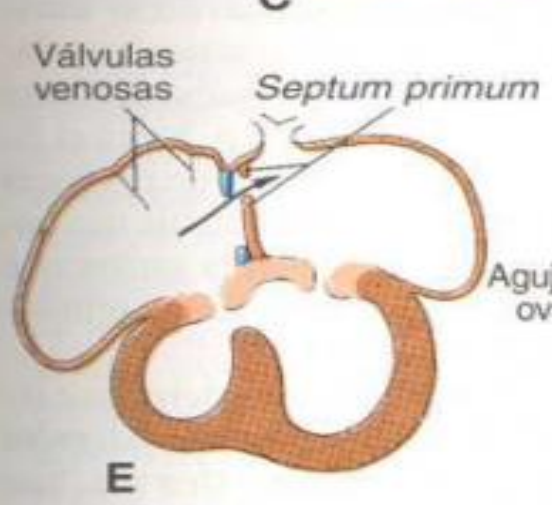
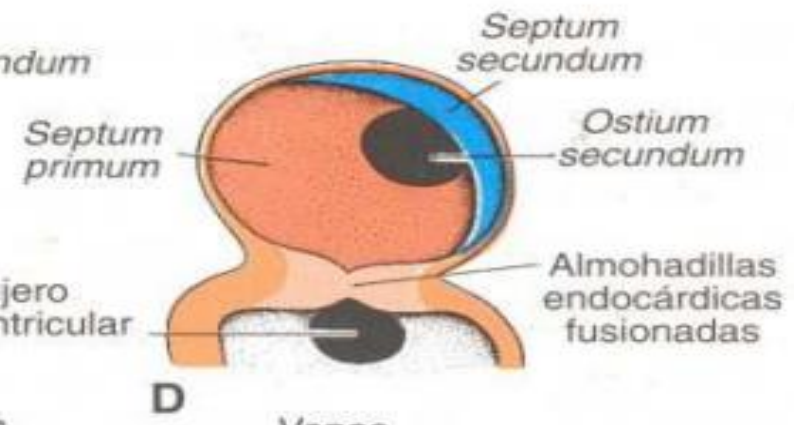
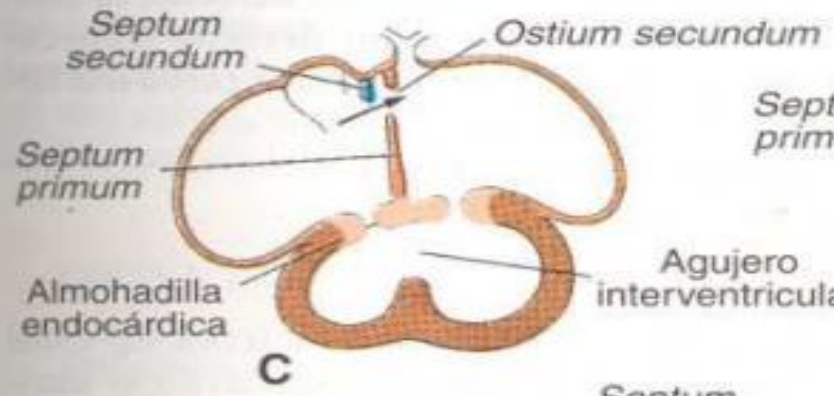
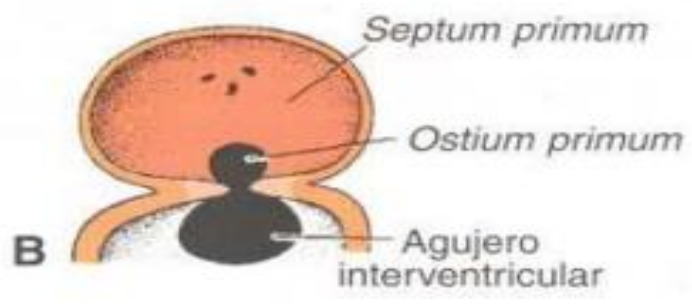
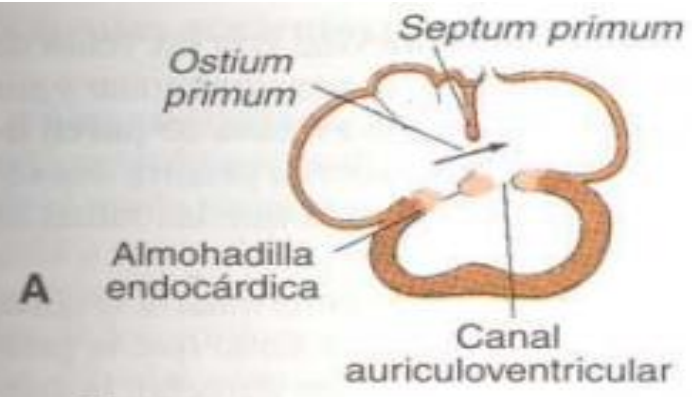
- Los principales tabiques del corazón se forman entre el vigesimoséptimo y el trigésimo séptimo días de desarrollo, cuando el embrión aumenta de longitud desde 5 mm hasta 16 a 17mm, aproximadamente.
- incluye a dos masas de tejido de crecimiento activo que se aproximan entre sí hasta fusionarse, lo cual divide el interior en dos canales separados
- Las masas se denominan almohadillas endocárdicas y se forman en las regiones auriculoventricular y troncoconal. En estos sitios contribuyen a la formación de los tabiques interauricular e interventricular (porción membranosa), los canales auriculoventriculares, y los canales aórtico y pulmonar.



TABICAMIENTO DE LA AURÍCULA COMÚN

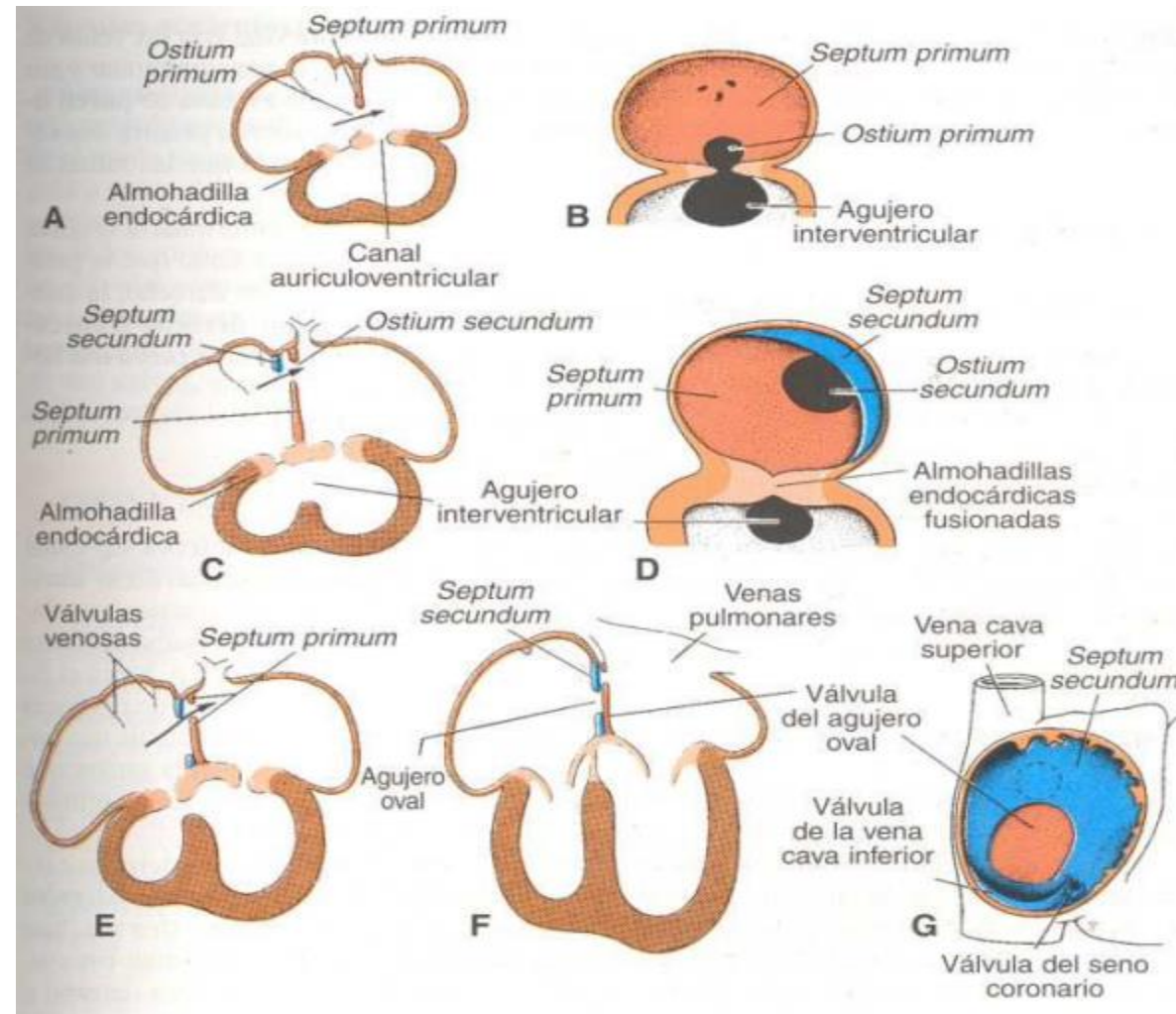
- Al final de la cuarta semana desde el techo de la aurícula común crece una cresta falciforme hacia la luz. Esta cresta representa la primera porción del *septum primum*.
- Los dos extremos de este tabique se extienden en dirección de las almohadillas endocárdicas en el canal auriculoventricular. El orificio que se encuentra entre el borde inferior del *septum primum* y las almohadillas endocárdicas es el *ostium primum*.
- Durante el desarrollo ulterior aparecen prolongaciones de las almohadillas endocárdicas superior e inferior, que siguen el borde del *septum primum* y ocluyen gradualmente el *ostium primum*.





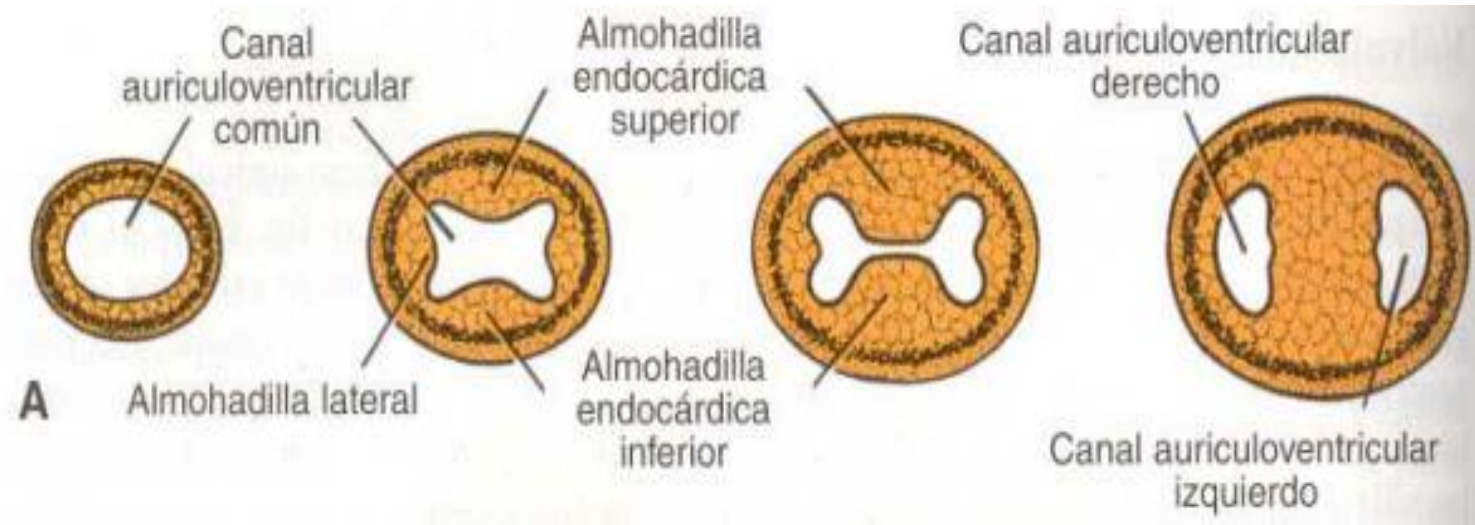
TABICAMIENTO DE LA AURÍCULA COMÚN

- Sin embargo, antes de que se complete el cierre, la muerte celular produce perforaciones en la porción superior del septum primum, las cuales, al hacer coalescencia, forman el *ostium secundum* asegurando de tal manera el paso del flujo sanguíneo desde la aurícula primitiva derecha hacia la izquierda
- El orificio que deja el septum secundum es el agujero oval (foramen ovale). La parte superior del septum primum desaparece gradualmente y la parte que queda se transforma en la válvula del agujero oval.



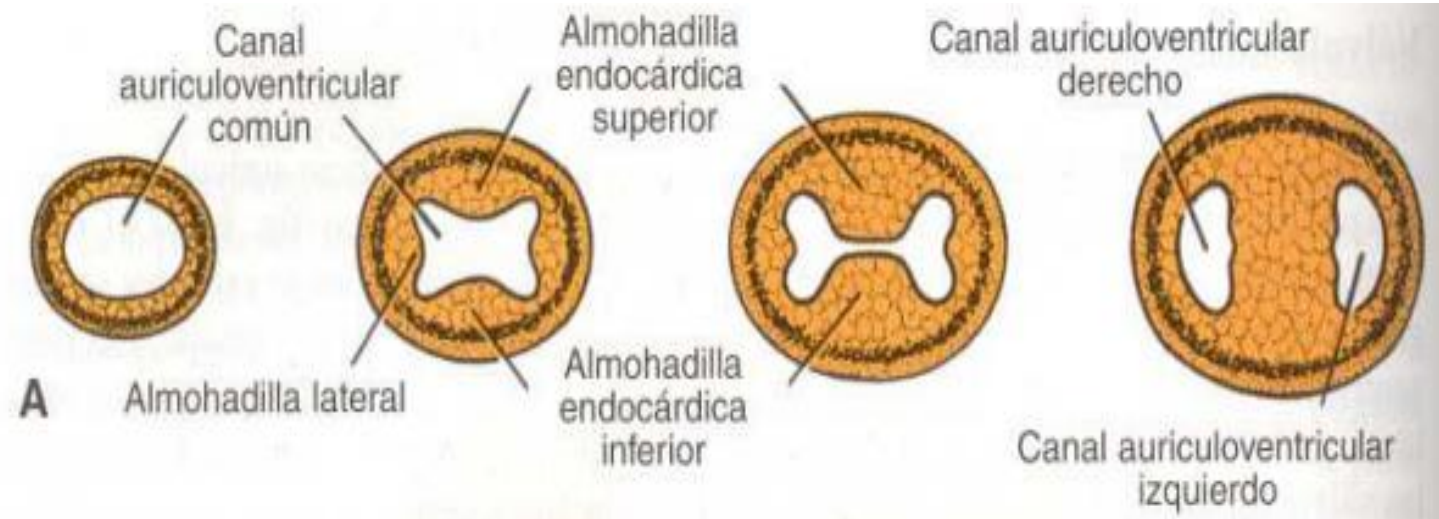
TABICAMIENTO DEL CANAL AURICULOVENTRICULAR

- Dado que el canal auriculoventricular crece hacia la derecha, la sangre que pasa por el orificio auriculoventricular puede llegar directamente a los ventrículos primitivos izquierdo y derecho.
- Además de las almohadillas endocárdicas inferior y superior, en los bordes derecho e izquierdo del canal aparecen otras dos, las almohadillas auriculoventriculares laterales

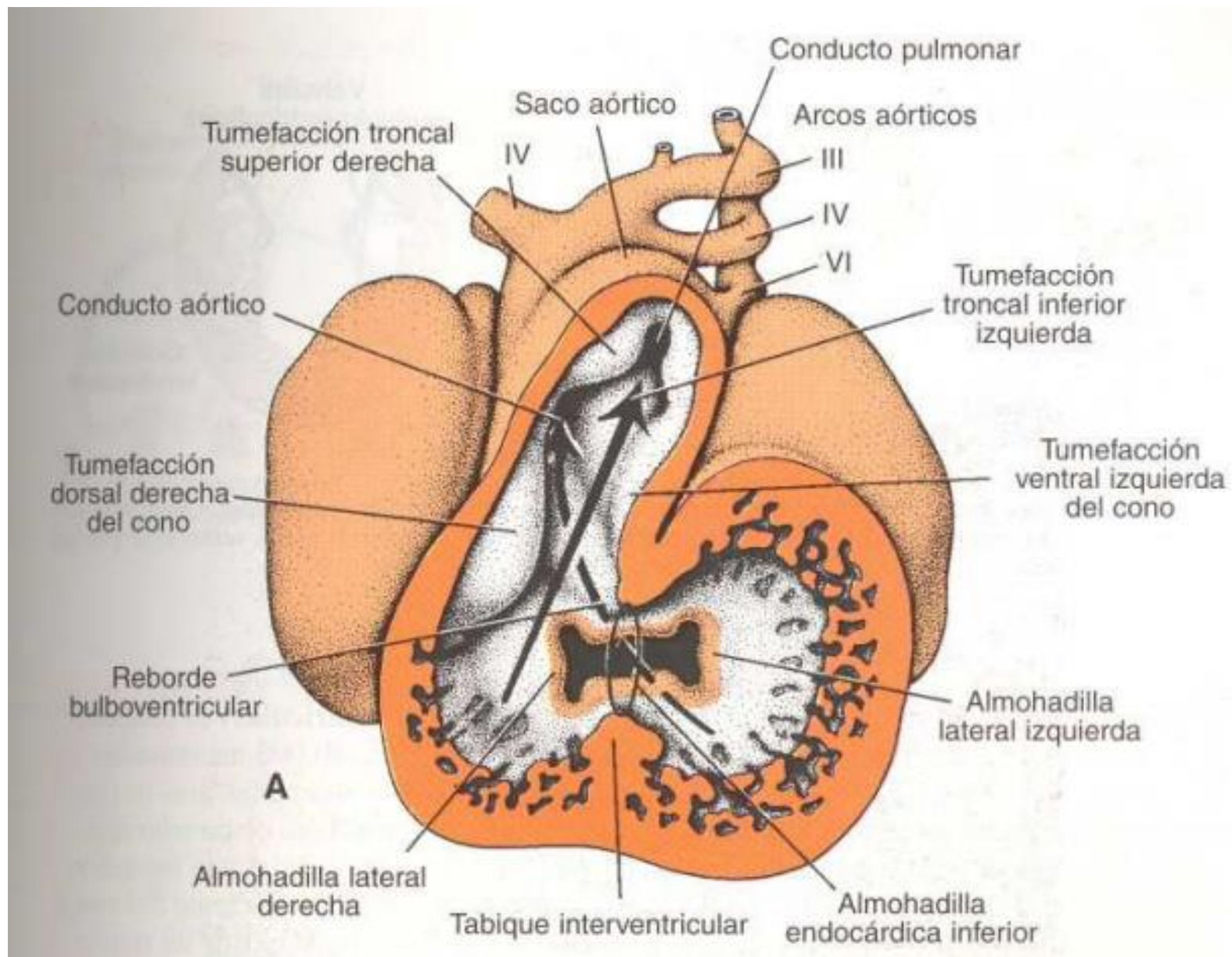


TABICAMIENTO DEL CANAL AURICULOVENTRICULAR

- Hacia el final de la cuarta semana aparecen, en los bordes superior e inferior del canal auriculoventricular, dos rebordes mesenquimáticos, las almohadillas endocárdicas auriculoventriculares.

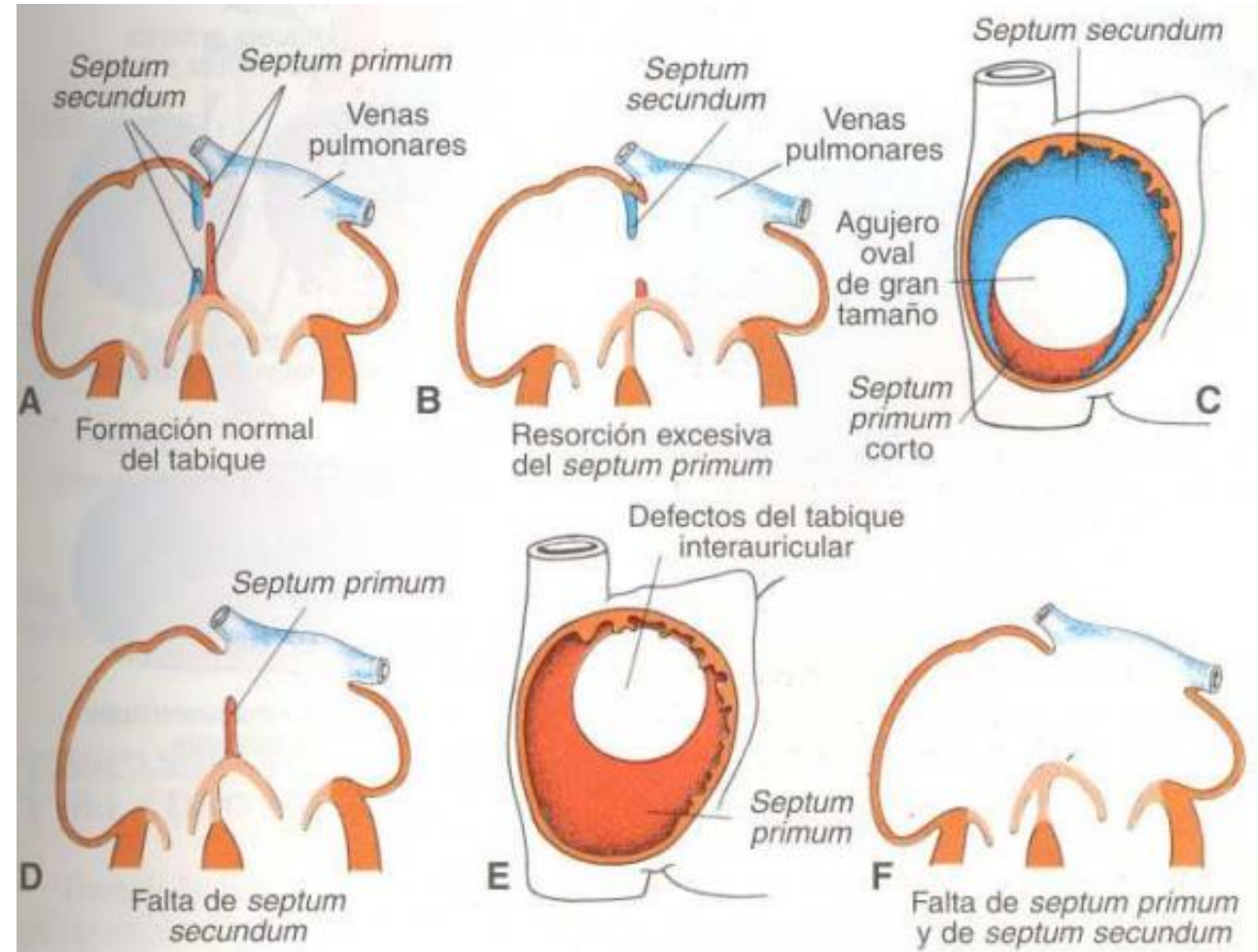


- En un principio, el canal auriculoventricular solamente comunica con el ventrículo izquierdo primitivo y está separado del bulbo cardíaco por el reborde bulboventricular o conoventricular



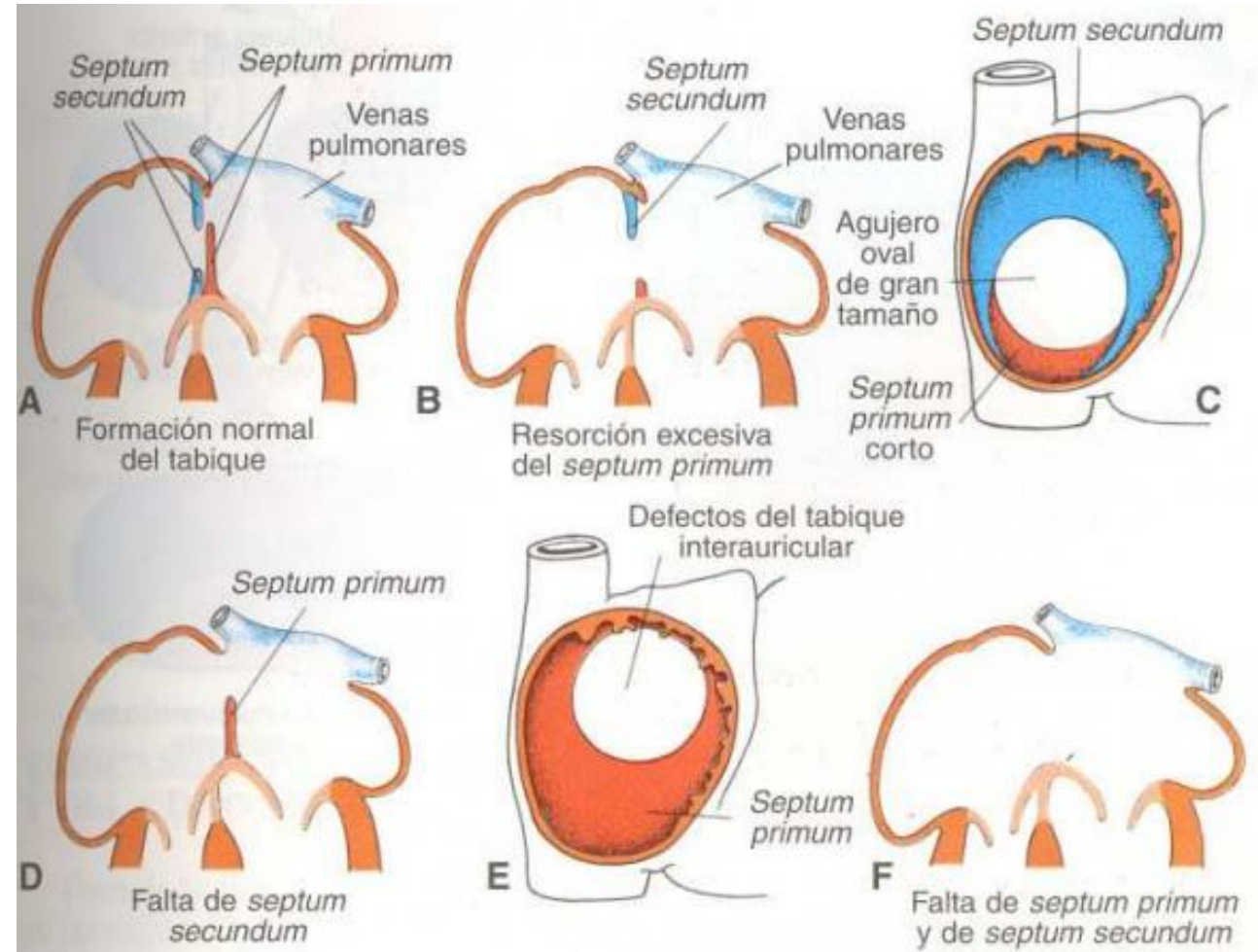
TABICAMIENTO DE LOS VENTRÍCULOS

- Hacia el final de la cuarta semana, los dos ventrículos primitivos comienzan a expandirse. Ello se debe al continuo crecimiento del miocardio en el exterior y a la formación ininterrumpida de divertículos y trabéculas en el interior
- Las paredes internas de los ventrículos en expansión se acercan y poco a poco se fusionan, formando de tal manera el **tabique interventricular muscular**



TABICAMIENTO DE LOS VENTRÍCULOS

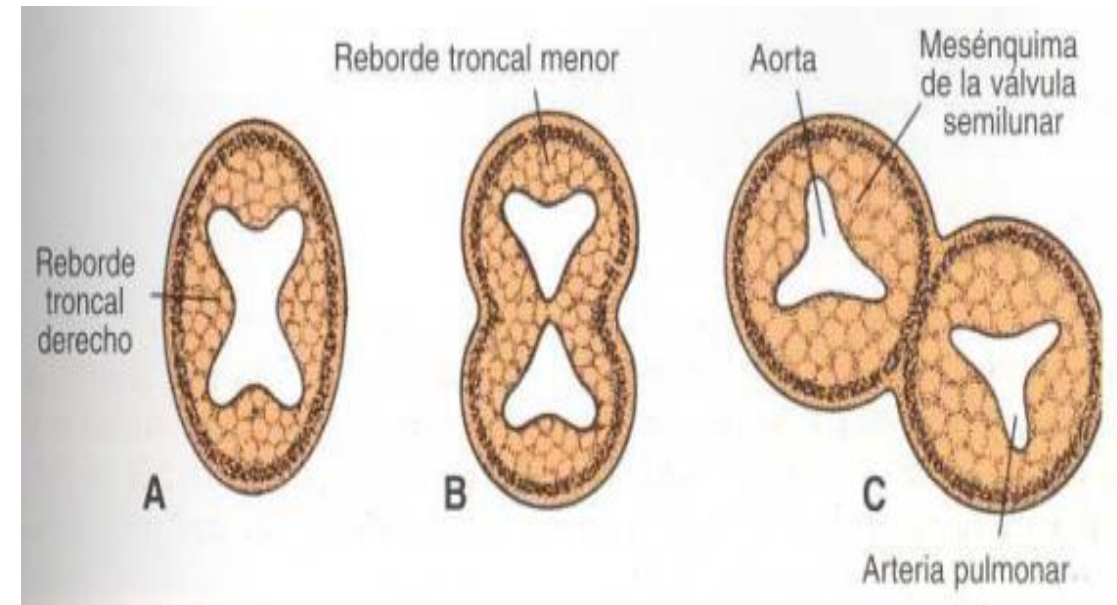
- El agujero interventricular, que se encuentra por arriba de la porción muscular del tabique interventricular muscular, disminuye de tamaño al llegar a término la formación del tabique del cono
- Durante el desarrollo ulterior se produce el cierre del agujero por el crecimiento de tejido de la almohadilla endocárdica inferior, que sigue la porción superior del tabique interventricular muscular



TABICAMIENTO DEL TRONCO ARTERIOSO y DEL CONO ARTERIAL



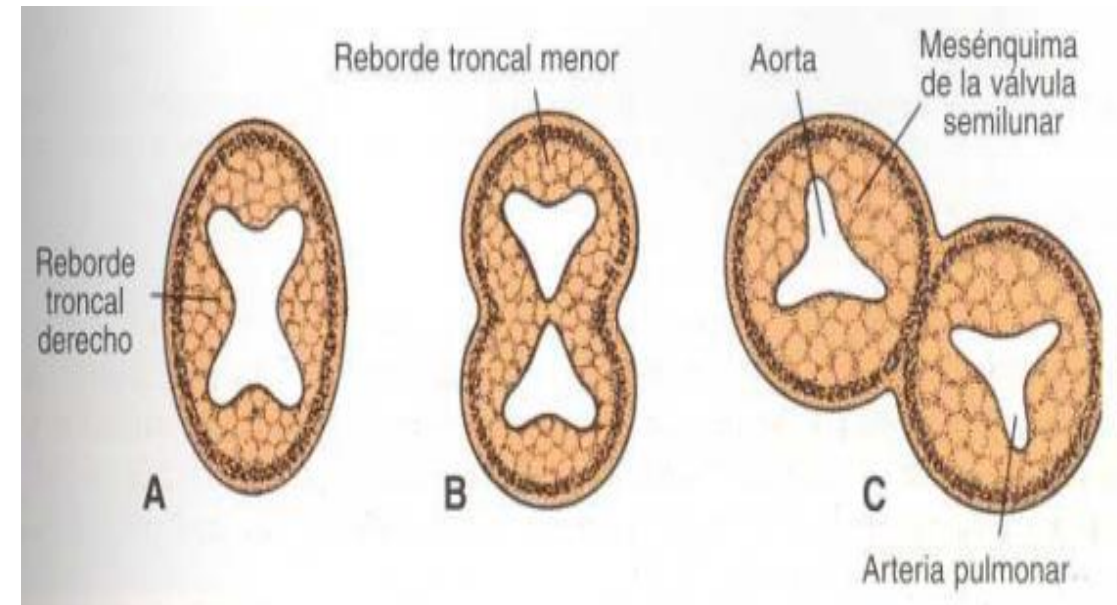
- Durante la quinta semana aparecen en la porción cefálica del tronco un par de rebordes en oposición.
- Estos rebordes, los **rebordes troncales, o almohadillas**, están situados en la pared superior derecha (**reborde troncal superior derecho**) y en la pared inferior izquierda (**reborde troncal inferior izquierdo**)



TABICAMIENTO DEL TRONCO ARTERIOSO y DEL CONO ARTERIAL



- El reborde troncal superior derecho crece distalmente y hacia la izquierda, mientras que el reborde inferior izquierdo lo hace distalmente y hacia la derecha.
- Después de la fusión completa, los bordes forman, el **tabique aortico pulmonar**, que divide al tronco en un **canal aórtico** y otro **pulmonar**.

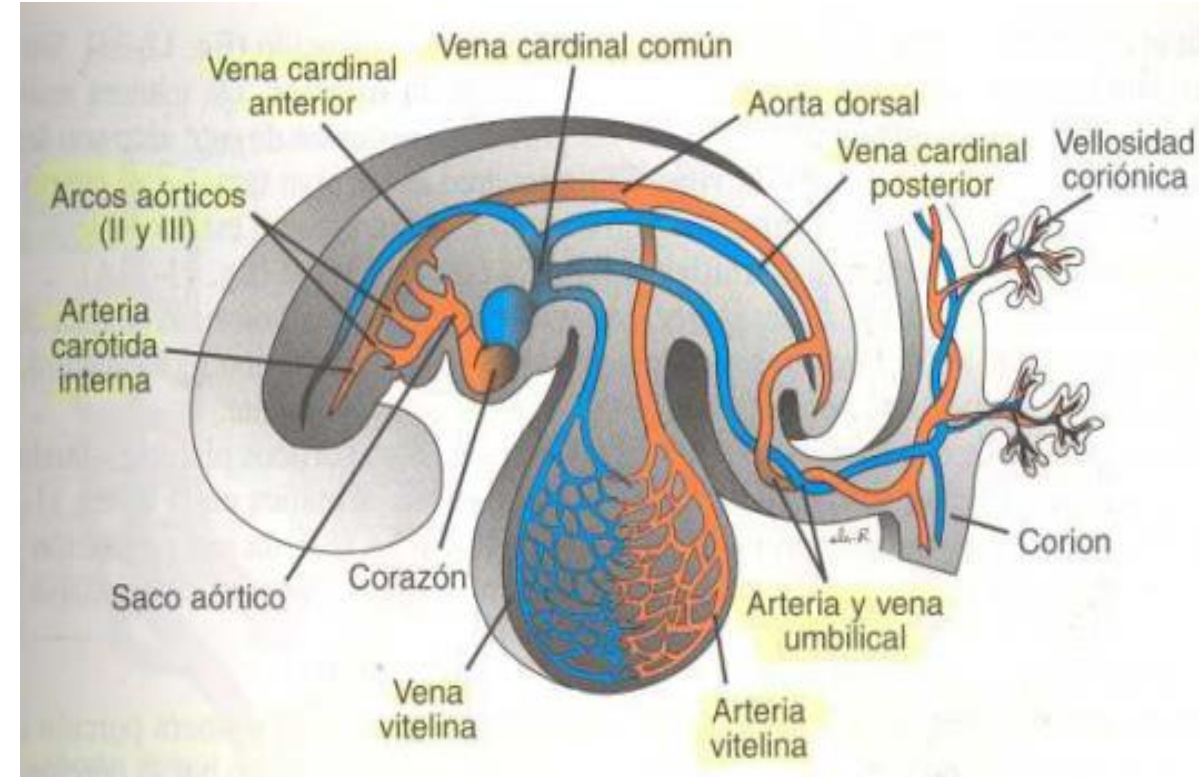


Desarrollo vascular

SISTEMA ARTERIAL



- Cuando se forman los arcos faríngeos durante la cuarta y la quinta semanas de desarrollo, cada arco recibe su propio nervio craneano y su propia arteria
- Estas arterias reciben el nombre de arcos aórticos
- Los arcos faríngeos y sus vasos aparecen en una secuencia de craneal a caudal, de manera que no todos se encuentran presentes simultáneamente

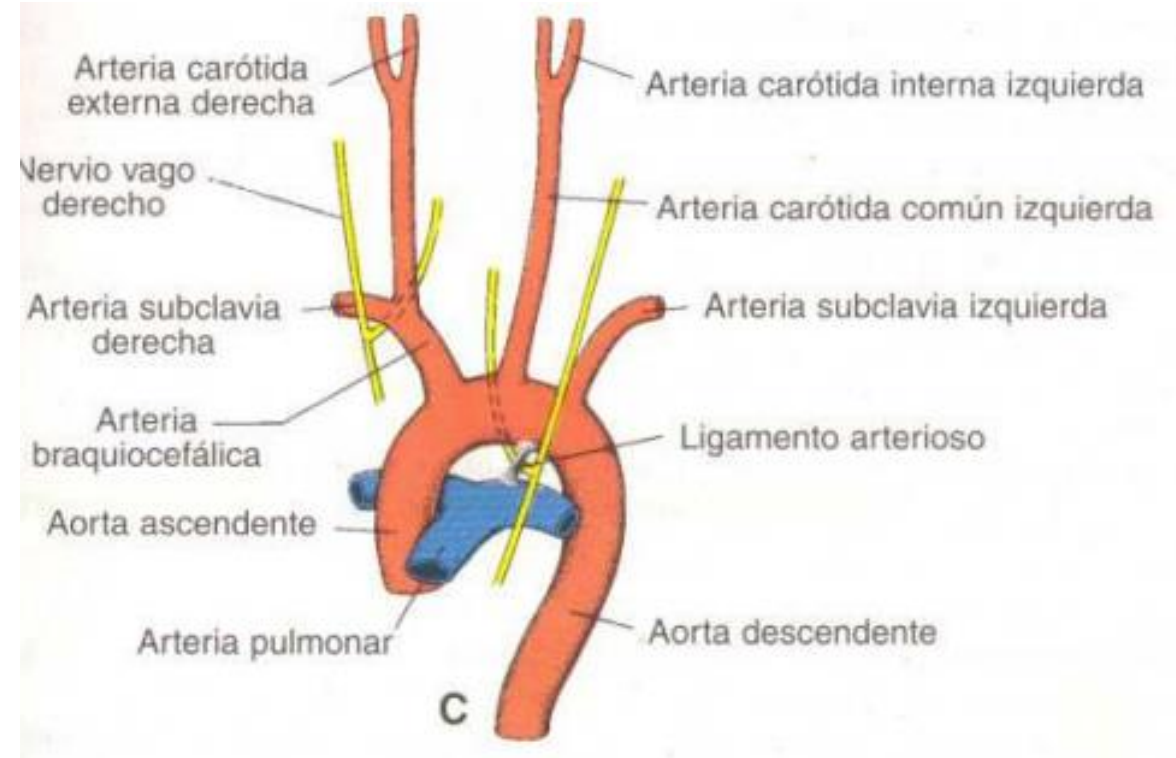


Desarrollo vascular

SISTEMA ARTERIAL



- La división del tronco arterioso por el tabique aorticopulmonar divide el canal de salida del corazón en la aorta ventral y la arteria pulmonar.
- El saco aórtico forma entonces las prolongaciones derecha e izquierda, que después darán origen a la arteria braquiocefálica y al segmento proximal del cayado de la aorta, respectivamente

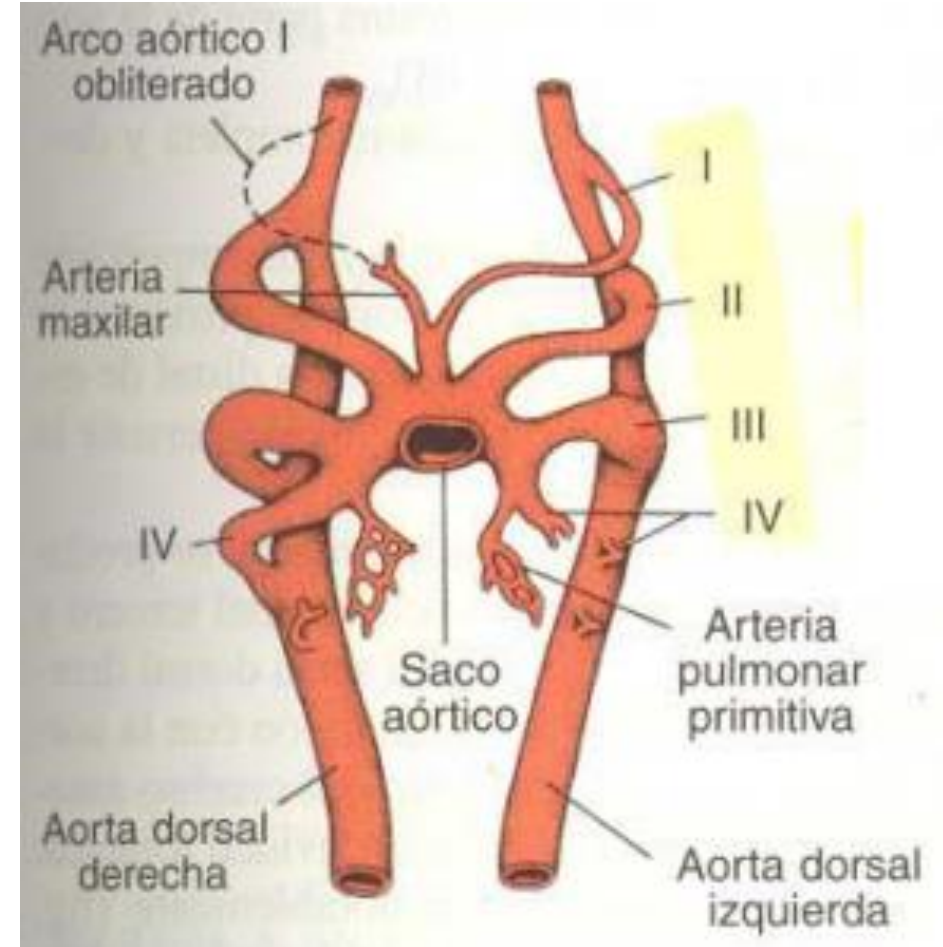


Desarrollo vascular

SISTEMA ARTERIAL



- En el embrión de 27 días, el primer arco aórtico ha desaparecido
- Pronto desaparece el segundo arco aórtico; las porciones restantes de este arco son las arterias hioidea y del músculo del estribo.
- El tercer arco es de gran tamaño; el cuarto y el sexto se hallan en proceso de formación.
- Aun cuando el sexto arco no está completo, ya se encuentra la arteria pulmonar primitiva como una rama principal

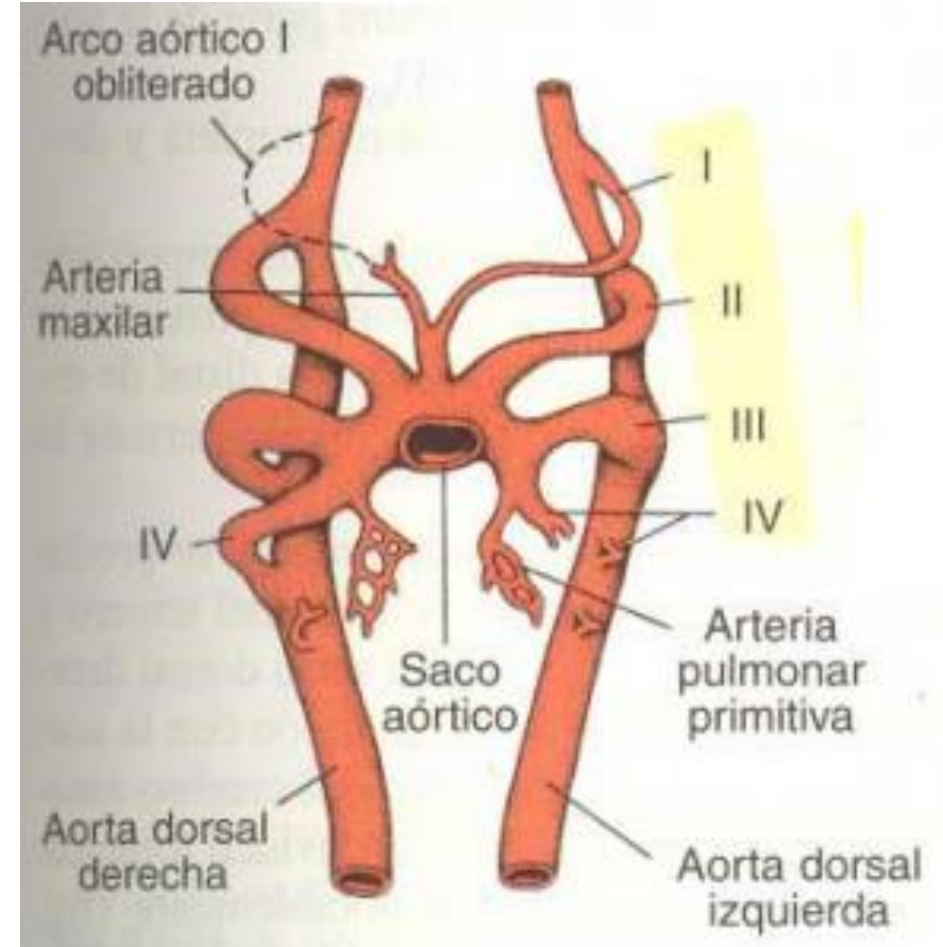


Desarrollo vascular

SISTEMA ARTERIAL



- El tercer arco aórtico forma la arteria carótida primitiva y la primera porción de la arteria carótida interna. El resto de la carótida interna está compuesto por la porción craneal de la aorta dorsal. La arteria carótida externa es un brote del tercer arco aórtico.
- El cuarto arco aórtico persiste en ambos lados, pero su evolución final es distinta en el derecho y el izquierdo.
- Del lado izquierdo forma parte del cayado de la aorta, entre la carótida común y la subclavia izquierdas. Del lado derecho, forma el segmento más proximal de la arteria subclavia derecha

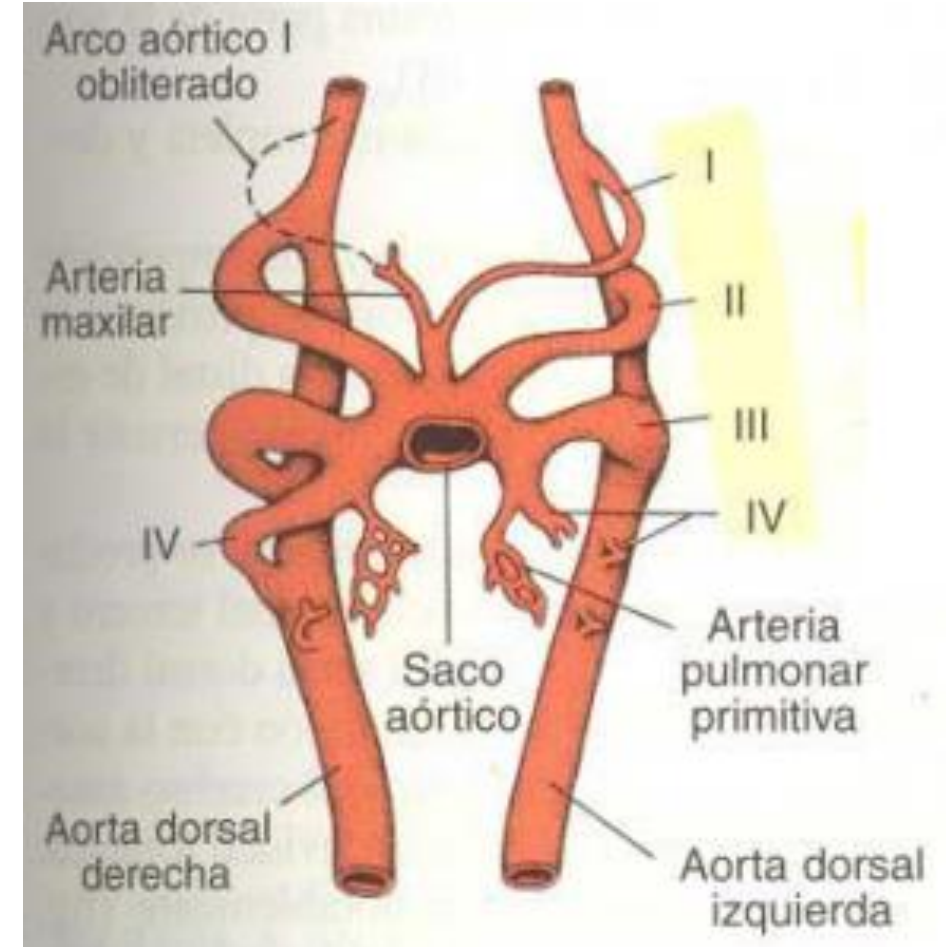


Desarrollo vascular

SISTEMA ARTERIAL



- El quinto arco aórtico nunca llega a formarse o lo hace de manera incompleta y después sufre una regresión.
- El sexto arco aórtico, también llamado arco pulmonar, emite una rama importante que crece hacia el esbozo pulmonar.
- Del lado derecho la porción proximal se convierte en el segmento proximal de la arteria pulmonar derecha.
- La porción distal de este arco pierde su conexión con la aorta dorsal y desaparece. Del lado izquierdo persiste la parte distal durante la vida intrauterina, como conducto arterioso.

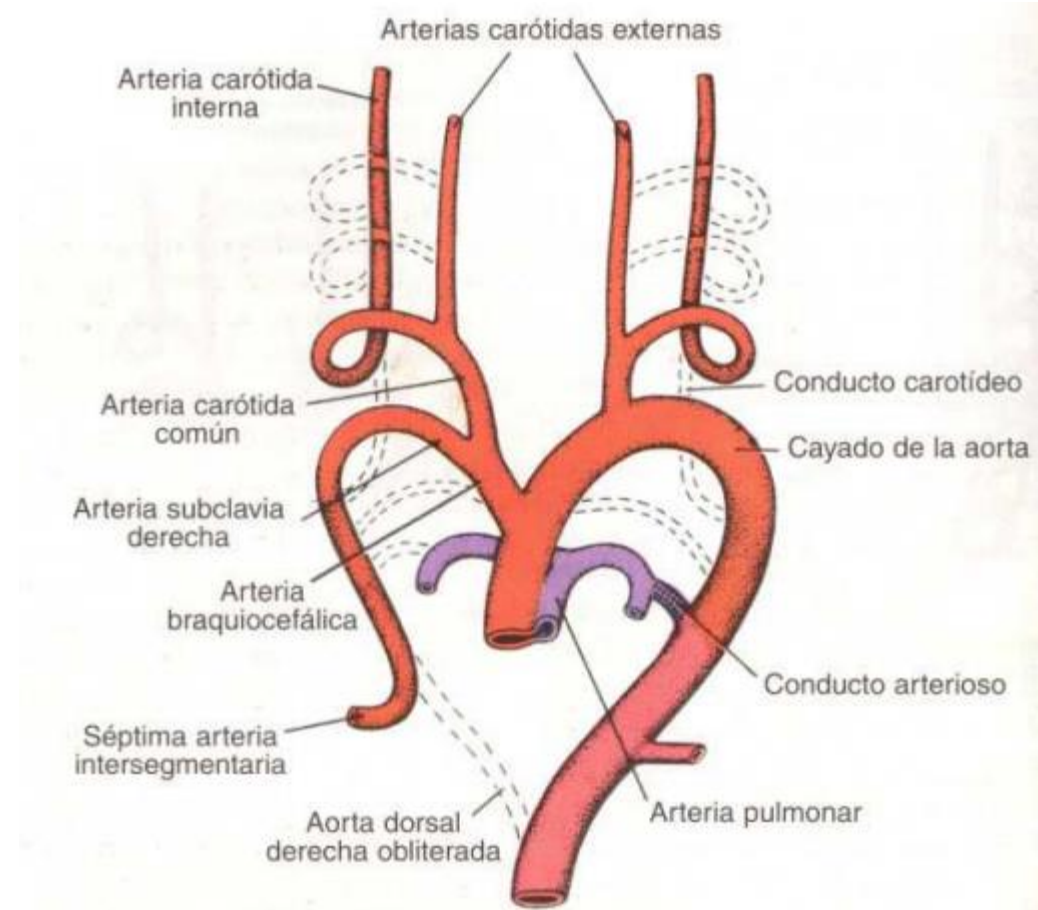


Desarrollo vascular

SISTEMA ARTERIAL

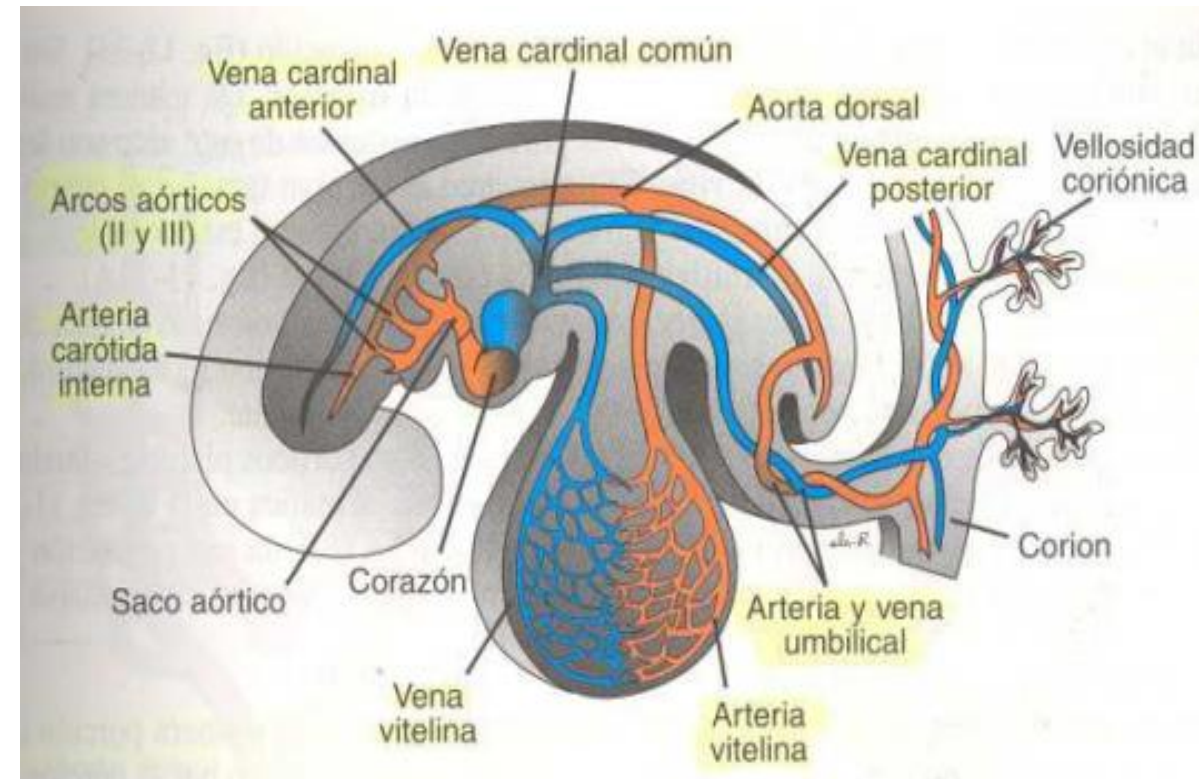


- Simultáneamente con estas modificaciones del sistema de los arcos aórticos se producen muchos otros cambios:
 - a) la aorta dorsal, situada entre la desembocadura del tercero y cuarto arcos, llamada conducto carotídeo, se oblitera
 - b) La aorta dorsal derecha desaparece entre el origen de la séptima arteria intersegmentaria y la unión con la aorta dorsal izquierda.
 - c) El plegamiento cefálico, el desarrollo del cerebro anterior y el alargamiento del cuello hacen que el corazón descienda hasta la cavidad torácica.



Arterias onfalomesentéricas y umbilicales

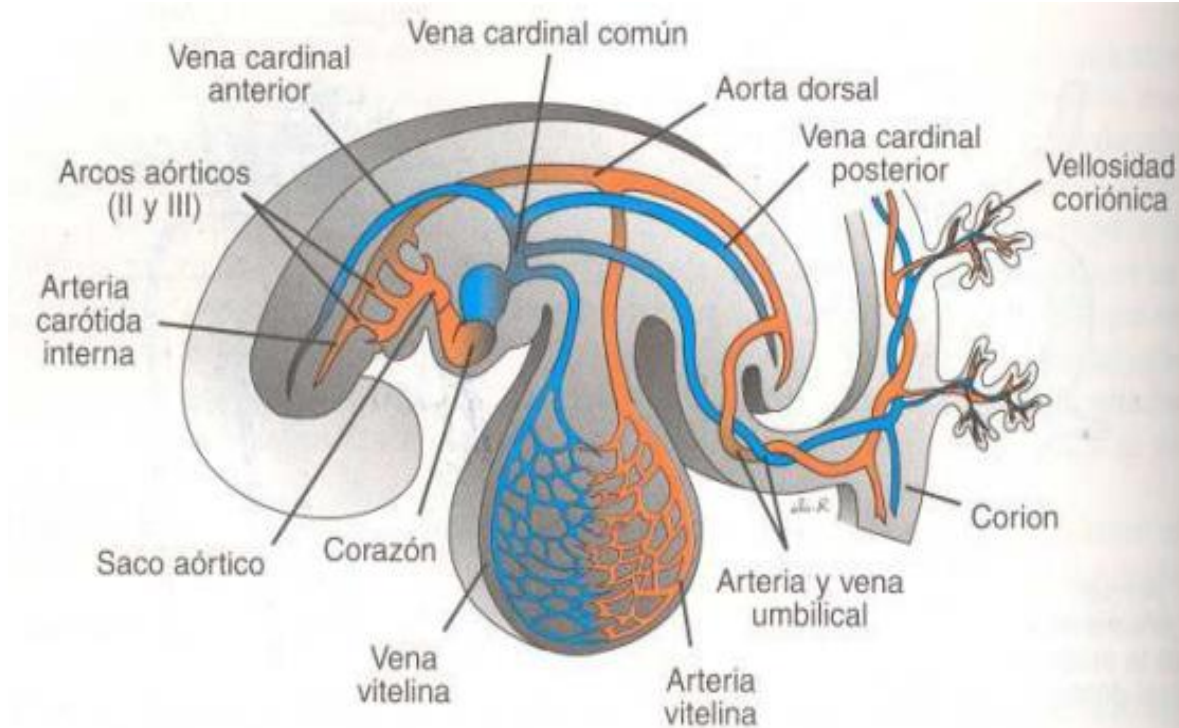
- Las arterias onfalomesentéricas o vitelinas, que en un principio son un número de vasos dispuestos en pares que se distribuyen en el saco vitelino se fusionan gradualmente y forman las arterias situadas en el mesenterio dorsal del intestino.
- Las arterias umbilicales son, en un comienzo, un par de ramas ventrales de las aortas dorsales
- Después del nacimiento, las porciones proximales de las arterias umbilicales persisten en forma de arterias ílica interna y vesical superior, en tanto que las porciones distales se obliteran y forman los ligamentos umbilicales medios.



SISTEMA VENOSO

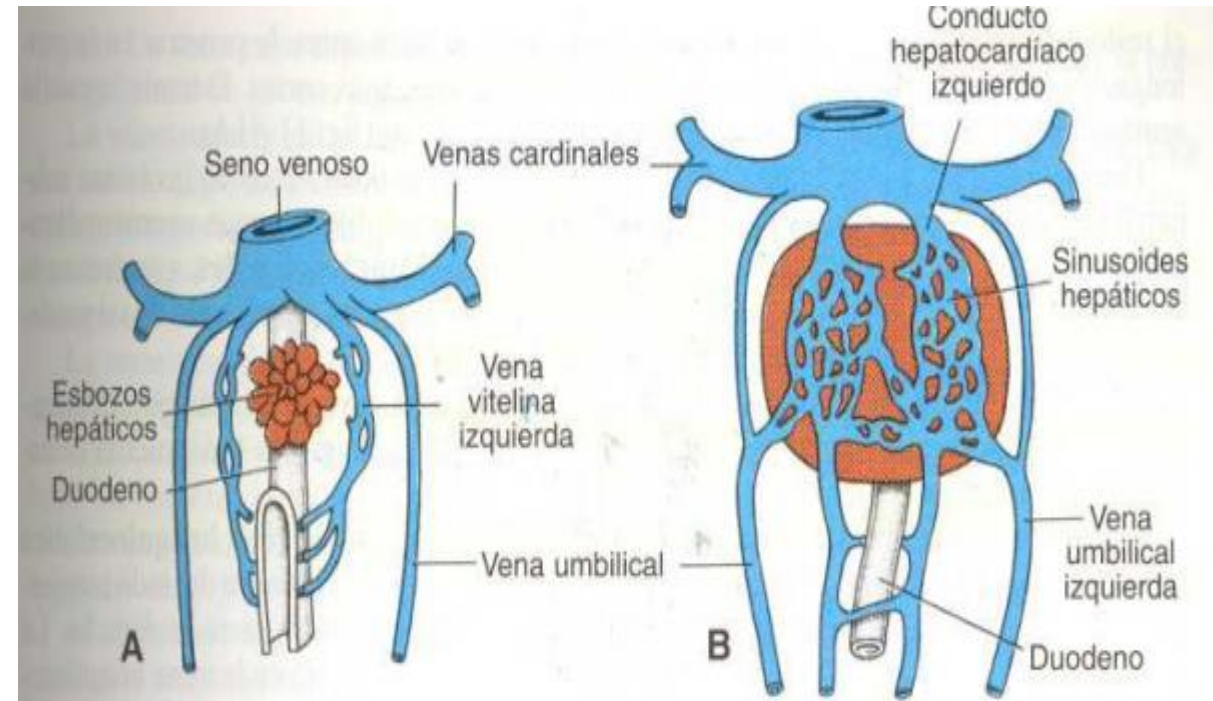


- En la quinta semana se pueden distinguir tres pares de venas de grueso calibre:
 - a) las venas onfalomesentéricas o vitelinas, que llevan sangre del saco vitelino al seno venoso
 - b) las venas umbilicales, que se originan en las vellosidades coriónicas y transportan sangre oxigenada al embrión
 - c) las venas cardinales, que reciben sangre del cuerpo del embrión propiamente dicho



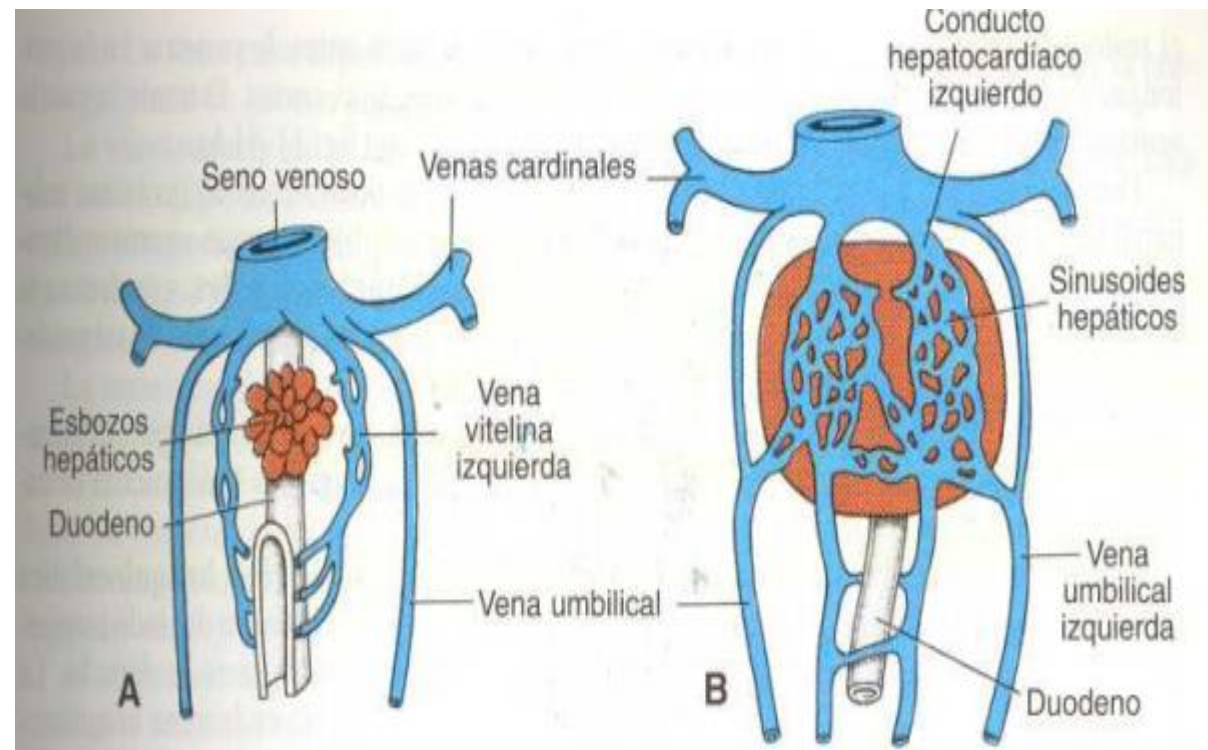
Venas onfalomesentéricas o vitelinas

- Antes de ingresar en el seno venoso, las venas onfalomesentéricas o vitelinas forman un plexo alrededor del duodeno y pasan a través del septum transversum.
- Los cordones hepáticos que se forman en el tabique interrumpen el recorrido de las venas y se constituye una extensa red vascular, la de los sinusoides hepáticos



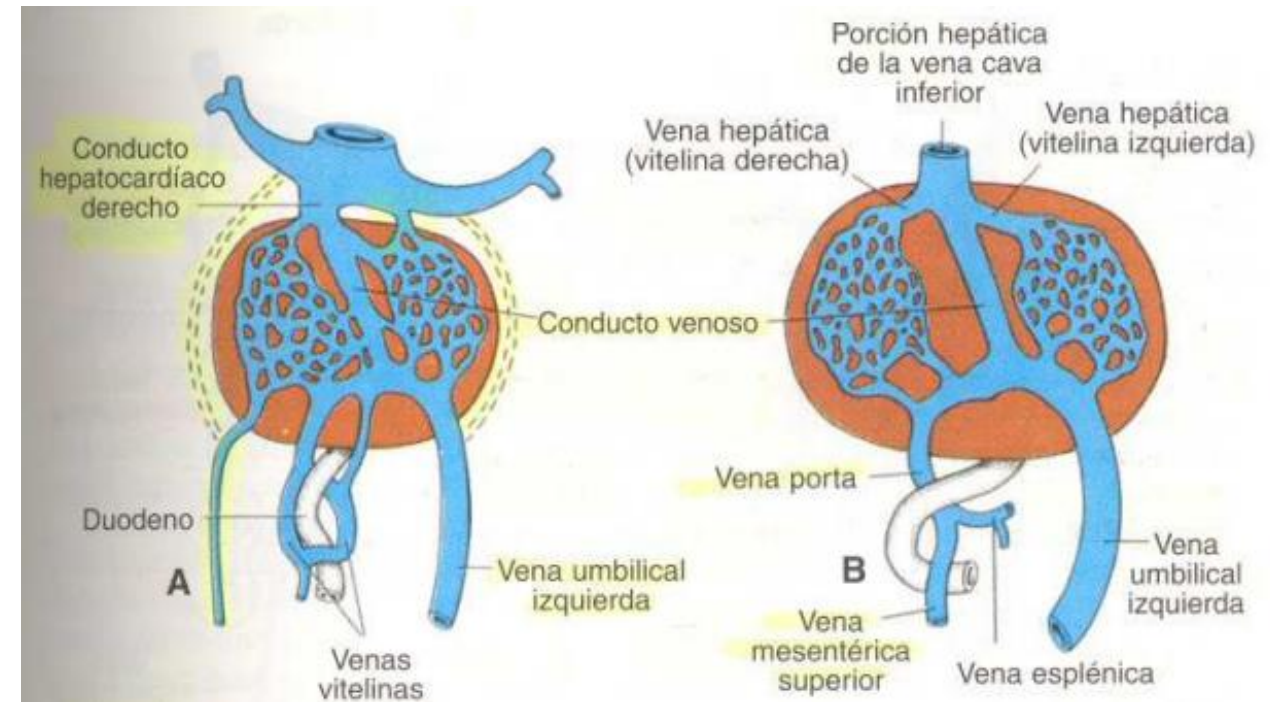
Venas onfalomesentéricas o vitelinas

- Al producirse la reducción de la prolongación sinusal izquierda, la sangre que proviene del la cloizquierdo del hígado es recanalizada hacia la derecha y produce un agrandamiento de la vena onfalomesentérica derecha (conducto hepatocardiaco derecho).
- Por último, el conducto hepatocardiaco derecho forma la porción hepatocardiaca de la vena cava inferior.



Venas onfalomesentéricas o vitelinas

- Desaparece por completo la porción proximal de la vena onfalomesentérica izquierda.
- La red anastomótica periduodenal se transforma en un vaso único, la vena porta

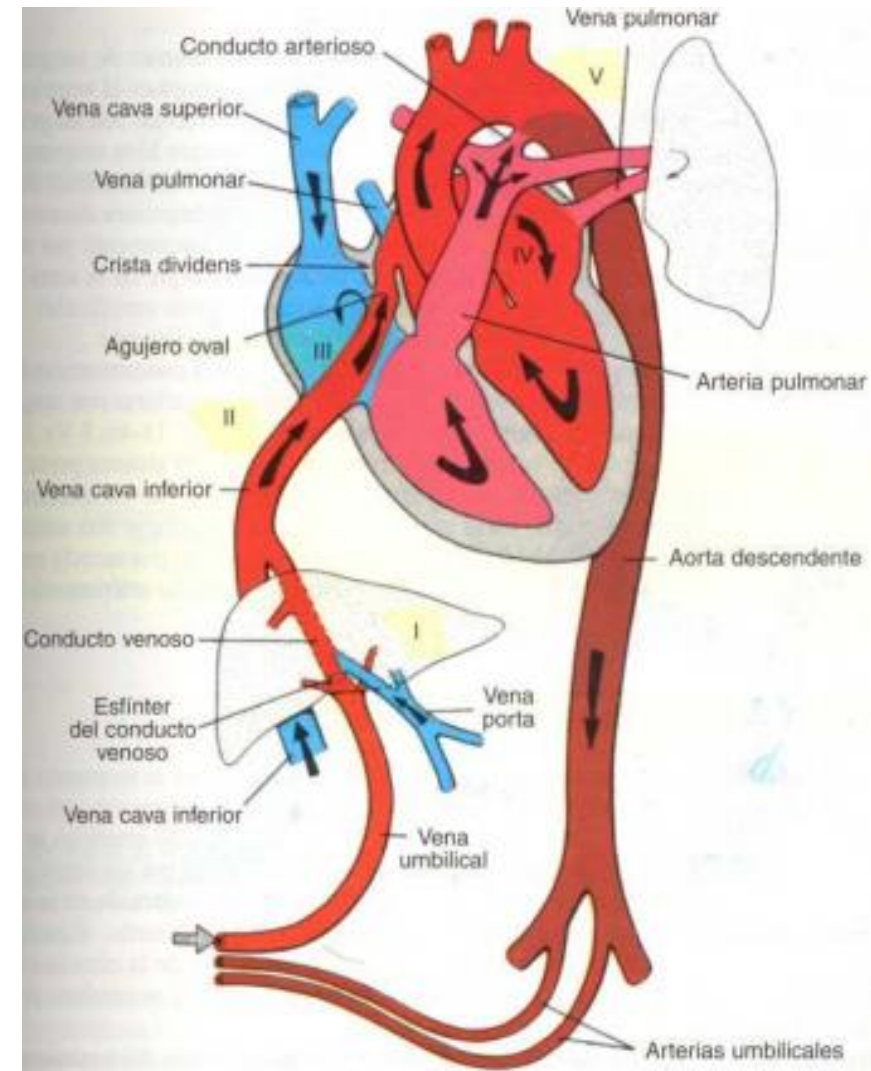


CIRCULACIÓN FETAL

CBO

Educamos Diferente

- Antes del nacimiento, la sangre de la placenta, saturada con oxígeno en un 80% aproximadamente, vuelve al feto por la vena umbilical.
- Al acercarse al hígado, el caudal principal de esta sangre fluye por el conducto venoso directamente hacia la vena cava inferior, sin pasar por el hígado
- Una pequeña parte entra en los sinusoides hepáticos y allí se mezcla con la sangre de la circulación portal

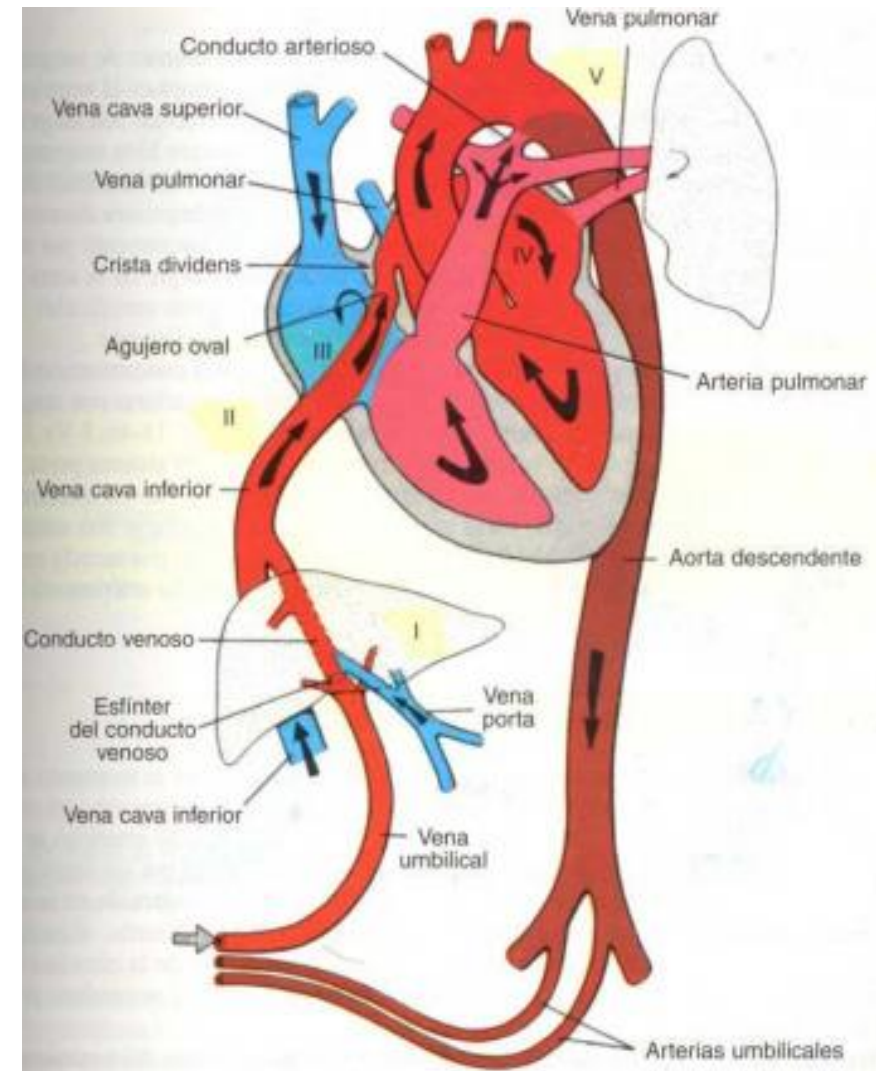


CIRCULACIÓN FETAL

CBO

Educamos Diferente

- Después de un corto trayecto en la vena cava inferior, donde la sangre placentaria se mezcla con la sangre desoxigenada que retorna de las extremidades inferiores, desemboca en la aurícula derecha
- Aquí es guiada hacia el agujero oval por la válvula de la vena cava inferior y la parte principal de la corriente circulatoria pasa directamente a la aurícula izquierda.
- Sin embargo, una pequeña porción no puede pasar porque se lo impide el borde inferior del septum secundum, la crista dividens y permanece en la aurícula derecha, donde se mezcla con la sangre desoxigenada que vuelve de la cabeza y los brazos por la vena cava superior.

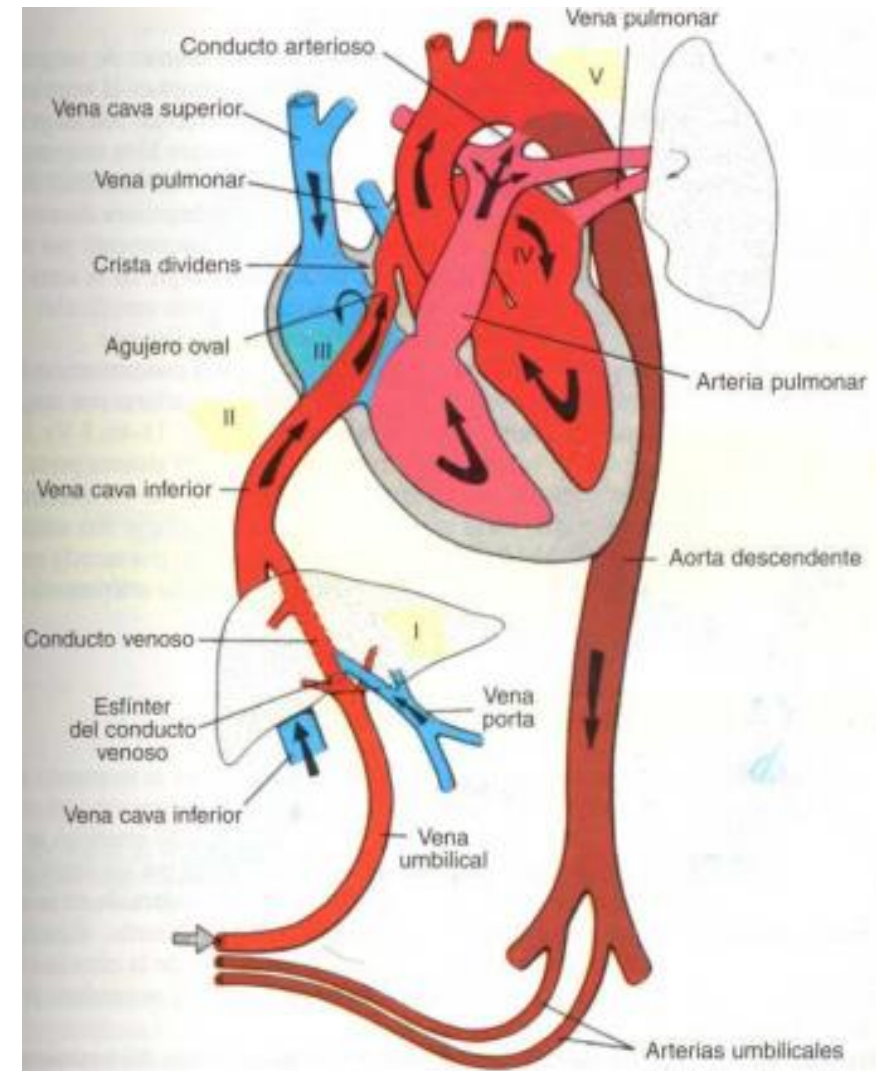


CIRCULACIÓN FETAL

CBO

Educamos Diferente

- Desde la aurícula izquierda la corriente circulatoria desemboca en el ventrículo izquierdo y la aorta ascendente.
- Dado que las arterias coronarias y carótidas son las primeras ramas de la aorta ascendente, el miocardio y el cerebro reciben sangre bien oxigenada.
- La sangre des oxigenada que proviene de la vena cava superior fluye por el ventriculo derecho hacia el tronco de la pulmonar.

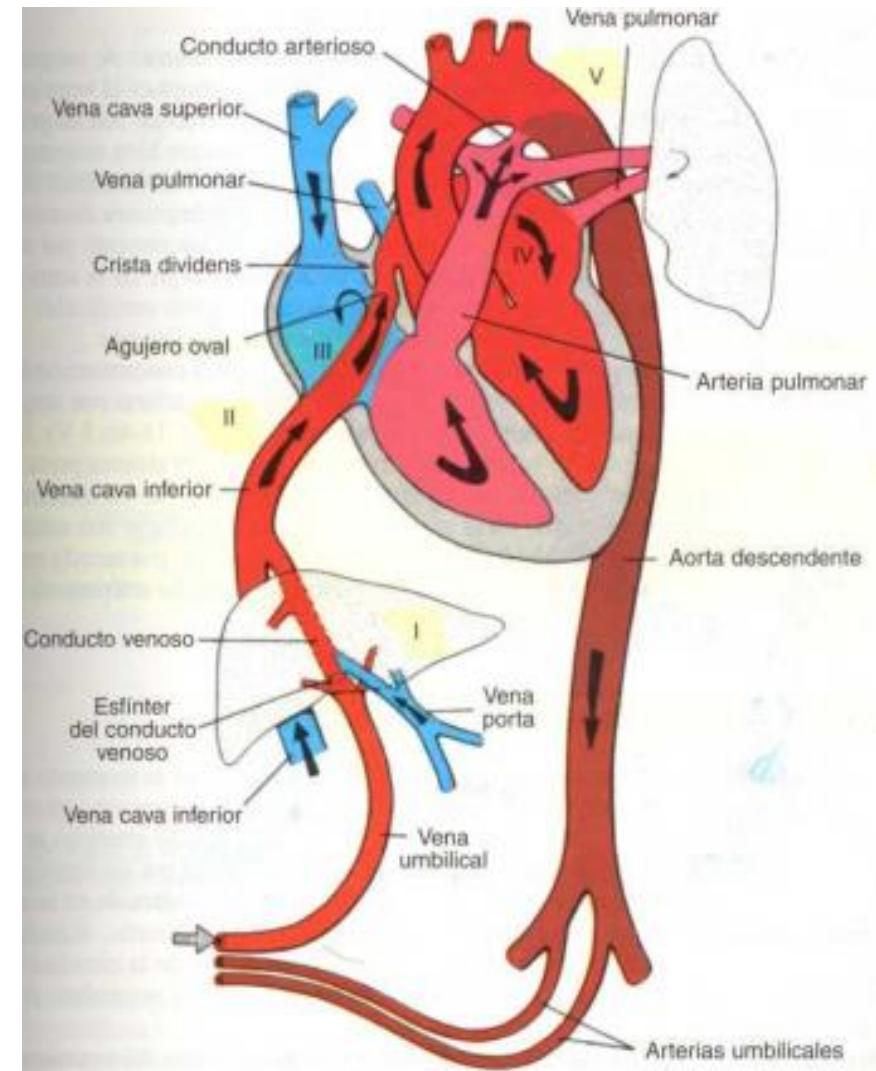


CIRCULACIÓN FETAL

CBO

Educamos Diferente

- Como la resistencia de los vasos pulmonares durante la vida intrauterina es alta, el volumen principal de esta sangre pasa directamente por el conducto arterioso hacia la aorta descendente, donde se mezcla con sangre de la aorta proximal.
- Desde allí la sangre se dirige hacia la placenta por las dos arterias umbilicales. La saturación de oxígeno en las arterias umbilicales es del 58% aproximadamente.



CAMBIOS CIRCULATORIOS EN EL NACIMIENTO



- Los repentinos cambios que tienen lugar en el sistema vascular en el momento del nacimiento son ocasionados por la interrupción del caudal sanguíneo placentario y el comienzo de la respiración pulmonar.
- Dado que al mismo tiempo el conducto arterioso se cierra por contracción muscular de su pared, el volumen de sangre que fluye por los vasos pulmonares aumenta con rapidez.
- Esto provoca, a su vez, un aumento de la presión en la aurícula izquierda. Simultáneamente con estas modificaciones del lado izquierdo, disminuye la presión en la aurícula derecha como consecuencia de la interrupción de la circulación placentaria. Entonces, el septum primum se adosa al septum secundum y se produce el cierre funcional del agujero oval.