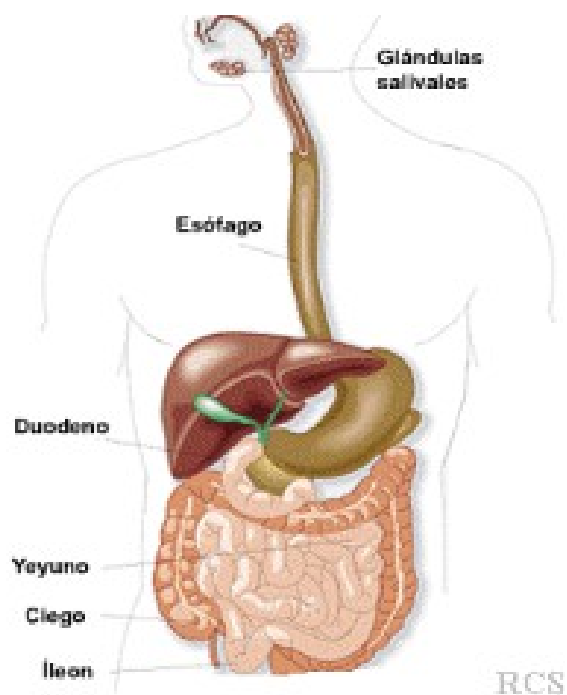
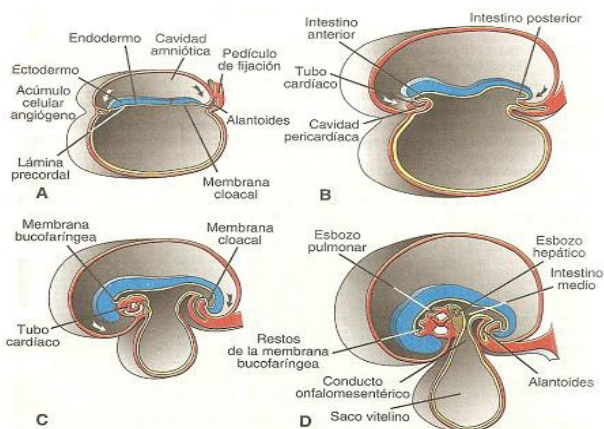


## APARATO DIGESTIVO

A comienzos de la cuarta semana, el **intestino primitivo** esta cerrado en su extremo craneal por la membrana bucofaringea y por la **membrana cloacal** en su extremo caudal. El intestino primitivo se forma a lo largo de la cuarta semana a medida que los pliegues cefálico, caudal y lateral incorporan la parte dorsal del saco vitelino al embrión. El endodermo del intestino primitivo da lugar a la mayor parte del epitelio y glándulas del aparato digestivo. El epitelio de los extremos craneal y caudal deriva del ectodermo del **estomodeo** (boca) y **proctodeo** (fosa anal) respectivamente. Los factores de crecimiento fibroblástico (FGF) están implicados en el patrón de formación temprano del eje anteroposterior y, al parecer, las señales del FGF-4 desde el ectodermo y mesodermo adyacentes inducen el endodermo. Otros factores secretados como las activinas, miembros de la superfamilia TGF- $\beta$ , pueden participar en la formación del endodermo. El tejido muscular, conjuntivo y otras capas de la pared del aparato digestivo proceden del mesénquima esplácnico que rodea al intestino primitivo.



### FORMACIÓN Y DIVISIÓN DEL TUBO DIGESTIVO

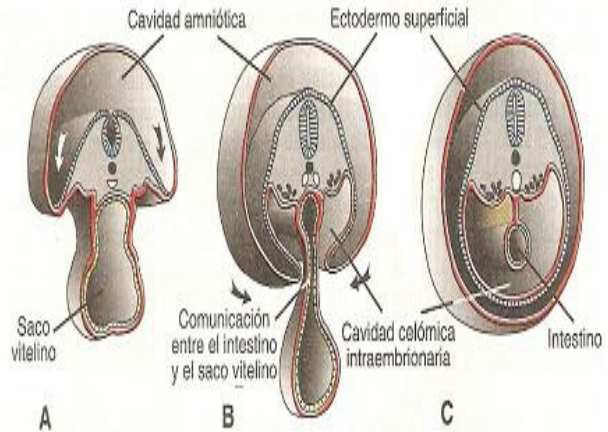


Esquema de cortes sagitales en la línea media de embriones en diversas etapas de desarrollo, para mostrar el plegamiento cefalocaudal y su efecto sobre la posición de la cavidad revestida de endodermo. A. Embrión presomita. B. Embrión de 7 somitas. C. Embrión de 14 somitas. D. Al final del primer mes. Obsérvense los cúmulos celulares angiogénicos en relación con la lámina precordial (membrana bucofaringea).

Como consecuencia del plegamiento cefalocaudal y lateral del embrión, una parte de la cavidad del saco vitelino revestida por endodermo queda incorporada al embrión para formar el **intestino primitivo**. Las otras dos porciones de la cavidad revestida por endodermo, el saco vitelino y la alantoides, permanecen fuera del embrión.

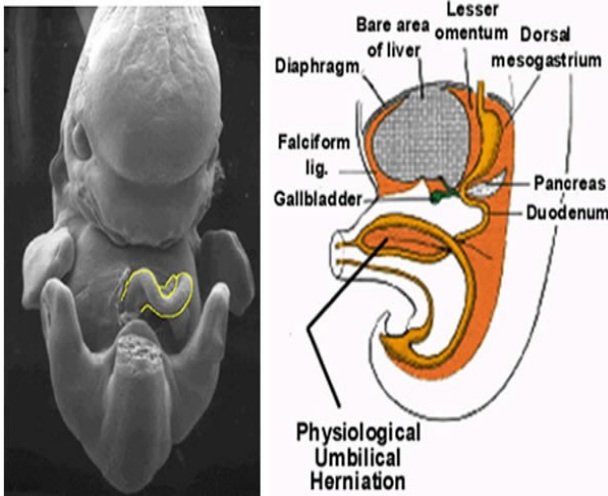
Tanto en los sectores cefálico como caudal del embrión, el intestino primitivo forma un tubo ciego, el **intestino anterior** y el **intestino posterior**, respectivamente. El intestino medio conserva su comunicación por un tiempo con el saco vitelino a través del **conducto onfalomesentérico o pedículo vitelino**.

Generalmente el desarrollo del intestino primitivo se describe en cuatro sesiones: a) **El intestino faríngeo o faringe**, que se extiende desde la membrana bucofaríngea hasta el divertículo traqueobronquial (esbozo respiratorio); b) **El intestino anterior**, se encuentra caudal en relación al tubo faríngeo y llega hasta el origen del esbozo hepático; c) **El intestino medio**, comienza caudalmente al esbozo hepático y se extiende hasta el sitio donde en el adulto se encuentra la unión de los dos tercios derecho con el tercio izquierdo del colon transverso, y d) **El intestino posterior**, se extiende del tercio izquierdo del colon transverso hasta la membrana cloacal. El endodermo forma el revestimiento epitelial del aparato digestivo y da origen a células específicas (el parénquima) de las glándulas, a los hepatocitos y a las células endocrinas y exocrinas del páncreas. La **estroma** (tejido conectivo) de estas glándulas deriva del mesodermo espláncico. Los componentes muscular, el tejido conectivo y peritoneal de la pared del intestino también derivan de la hoja espláncica del mesodermo.



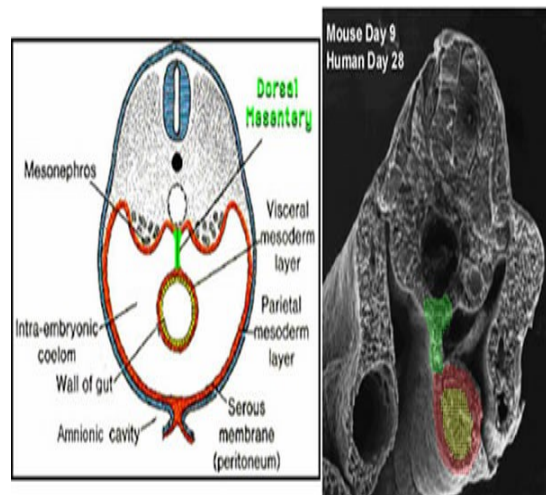
Esquemas de cortes transversales de embriones en diferentes etapas de desarrollo, para mostrar el efecto del plegamiento lateral sobre la cavidad revestida de endodermo. A. Comienzo del plegamiento. B. Corte transversal por la región del intestino medio donde puede apreciarse la comunicación entre el intestino y el saco vitelino. C. Corte inmediatamente por debajo del intestino medio para mostrar la pared abdominal ventral cerrada y el intestino que cuelga de la pared dorsal del abdomen, por su mesenterio.

### FORMACIÓN DE LOS MESENTERIOS



Los segmentos del tubo intestinal y sus derivados se hallan suspendidos de las paredes dorsal y ventral del cuerpo por mesenterios, capas dobles de peritoneo que envuelven a un órgano y lo fijan a la pared del cuerpo. Se dice entonces que estos órganos son **intraabdominales**, mientras que los que se encuentran contra la pared corporal posterior y están cubiertos por peritoneo únicamente en su superficie anterior (ejem. Riñón), se consideran **retroperitoneales**. Los **ligamentos peritoneales** están constituidos por dos capas de peritoneo (mesenterios) que van desde un órgano a otro, o desde un órgano a la pared corporal. A través de los mesenterios y los ligamentos transcurren los vasos sanguíneos y linfáticos y los nervios que van hacia las vísceras abdominales o salen de éstas.

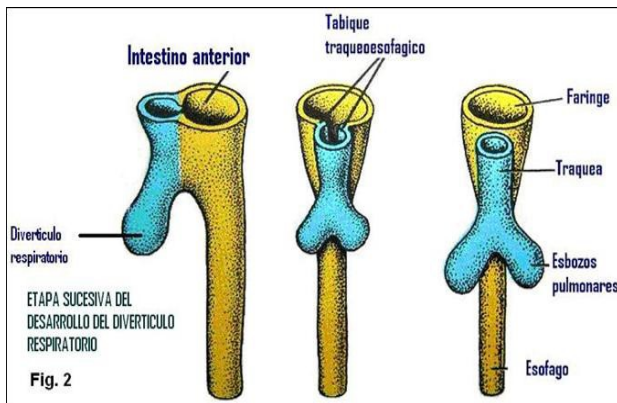
En un comienzo, el intestino anterior, el medio y el posterior se encuentran en amplia comunicación con el mesénquima de la pared abdominal posterior. Alrededor de la quinta semana de gestación, el puente de tejido que los conecta se estrecha y la porción caudal del intestino anterior, el intestino medio y una parte importante del intestino posterior están suspendidos de la pared abdominal por el mesenterio dorsal, que se extiende desde el extremo inferior del esófago hasta la región cloacal del intestino posterior. En la región del estómago forma el **mesogastrio dorsal o epiplón mayor**; en la región del duodeno forma el **mesoduodeno dorsal**. El mesenterio dorsal de las asas yeyunales e ileales constituyen el **mesenterio propiamente dicho**.



El **mesenterio ventral** existe solamente en la región del segmento terminal del esófago, el estómago y la porción superior del duodeno y deriva del septum transversum. El crecimiento del hígado en el mesénquima del septum transversum divide al mesenterio ventral en: a) el **epiplón menor**, que se extiende desde la porción inferior del esófago, es estómago y la parte superior del duodeno hasta el hígado, y b) el **ligamento falciforme**, que va desde el hígado hasta la pared ventral del cuerpo.

## FORMACIÓN DEL ESÓFAGO Y ESTÓMAGO

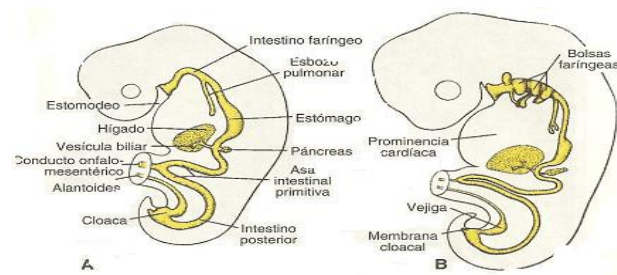
### Esófago



Cuando el embrión tiene alrededor de cuatro semanas, aparece el divertículo respiratorio en la pared ventral del intestino anterior, en el límite del intestino faríngeo. Este divertículo es separado gradualmente de la porción dorsal del intestino anterior por el tabique traqueoesofágico. De tal manera, el intestino anterior queda dividido en un sector ventral, el **primordio respiratorio**, y un sector dorsal, el **esófago**.

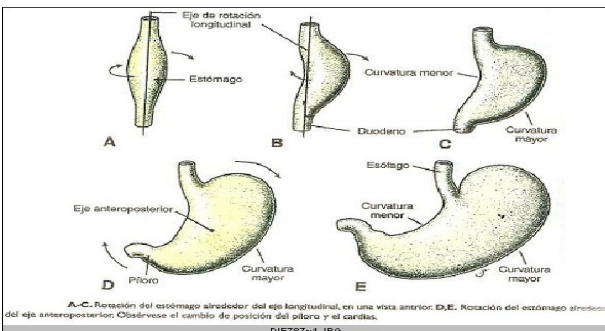
Al principio el esófago es corto pero al producirse el descenso del corazón y los pulmones, se alarga rápidamente. La capa muscular formada por el mesénquima esplácnico circundante, es estriada en sus dos tercios superiores y esta inervada por el vago; en el tercio inferior el músculo es liso y se haya inervado por el plexo esplácnico.

### Estómago



Dibujos esquemáticos de cortes sagitales de un embrión en diferentes etapas de desarrollo, para mostrar los derivados de la hoja germinativa endodérmica. Obsérvense las bolsas faríngeas y el recubrimiento epitelial de los esbozos pulmonares y de la tráquea. Se advierte el hígado, la vesícula biliar y el páncreas. La vejiga deriva de la cloaca y en esta etapa de desarrollo comunica abiertamente con el alantoides.

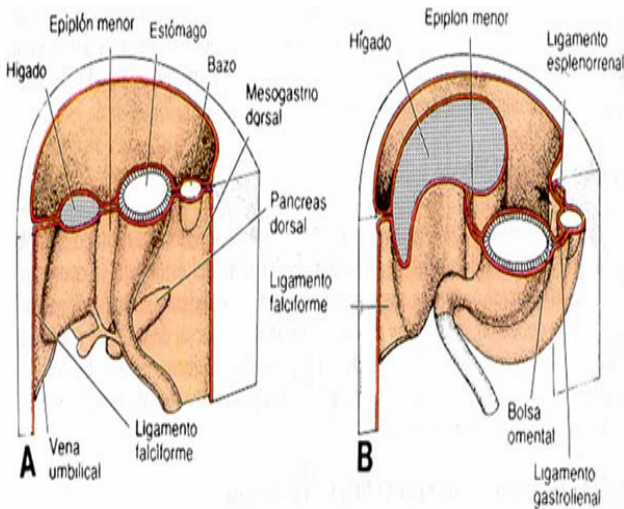
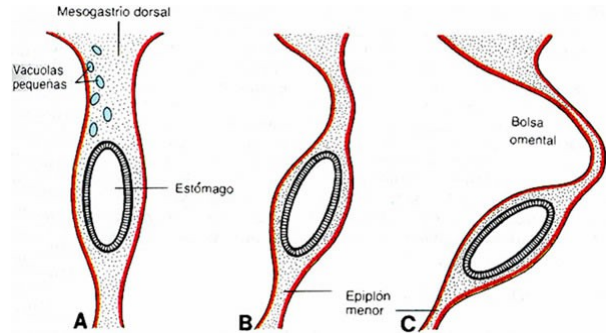
El estómago aparece como una dilatación fusiforme del intestino anterior en la cuarta semana del desarrollo. Durante las semanas siguientes su aspecto y posición se modifican como resultado de las diferencias en la rapidez de crecimiento de las diversas regiones de su pared y los cambios en la posición de los órganos adyacentes. Los cambios posicionales del estómago se explican fácilmente suponiendo que efectúa una rotación alrededor de dos ejes: uno longitudinal y otro anteroposterior.



Alrededor del eje longitudinal el estómago efectúa una rotación de 90° en sentido de las agujas del reloj, de modo que el lado izquierdo se orienta hacia adelante y el lado derecho hacia atrás. Por lo tanto, el nervio vago izquierdo, que inicialmente inervaba el lado izquierdo del estómago, se distribuye ahora en la pared anterior; de manera análoga, el nervio vago derecho inerva la pared posterior. Durante esta rotación la pared original del estómago crece con más rapidez que la anterior, de lo cual resulta la formación de las **curvaturas mayor y menor**.

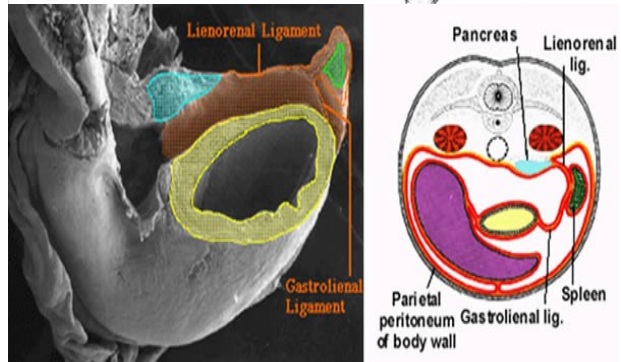
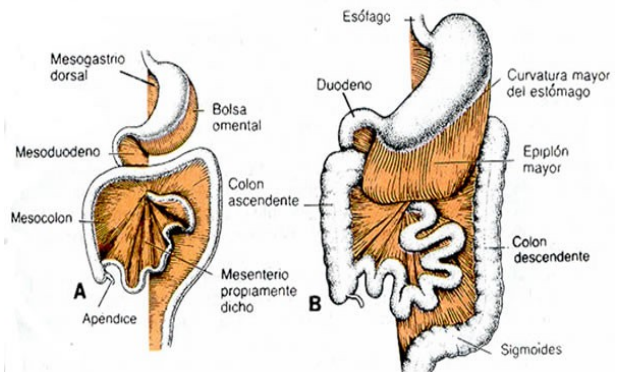


Los extremos cefálico y caudal del estomago se encuentran originalmente en la línea media, pero durante el crecimiento del estomago efectúa una rotación alrededor de su eje anteroposterior, de manera que la **región pilórica** o caudal se desplaza hacia la derecha y hacia arriba, mientras que la **región cardíaca** o cefálica se mueve hacia la izquierda y algo hacia abajo. El estomago ocupa de tal manera su posición definitiva, con el eje longitudinal descendente de izquierda a derecha



Puesto que el estomago esta unido a la pared dorsal del cuerpo por el **mesogastrio dorsal** y la pared ventral por el **mesogastrio ventral**, su rotación y crecimiento desproporcionado alteran la posición de estos mesenterios. La rotación alrededor del eje longitudinal tracciona el mesogastrio dorsal hacia la izquierda y forma un espacio por detrás del estomago, la transcavidad de los epiplones (bolsa omental). Esta rotación tracciona también el mesogastrio ventral hacia la derecha. A medida que continua el proceso durante la quinta semana de desarrollo aparece el primordio del bazo en forma de una proliferación mesodérmica entre las dos hojas del mesogastrio dorsal. Al continuar la rotación del estomago, el mesogastrio dorsal se alarga y el sector que se encuentra entre el bazo y la línea media dorsal se desplaza hacia la izquierda para fusionarse con el peritoneo de la pared abdominal posterior.

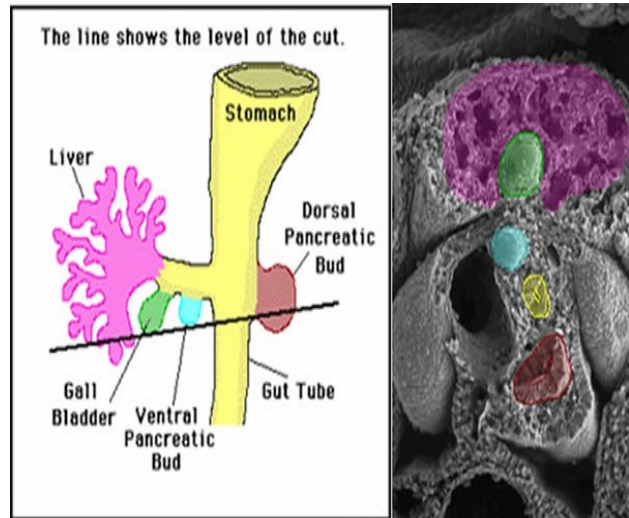
La hoja posterior del mesogastrio dorsal y el peritoneo correspondiente a esta línea de fusión degeneran. El bazo, que mantiene en todo momento una posición intraperitoneal, se halla entonces conectado con la pared corporal en la región del riñón izquierdo por medio del ligamento **esplenorrenal** y al estomago por el ligamento **gastroesplénico**. El alargamiento y la fusión del mesogastrio dorsal con la pared posterior del cuerpo determinan también la posición definitiva del páncreas. En un principio este órgano se desarrolla en el mesoduodeno dorsal, pero por último su cola se extingue hasta el mesogastrio dorsal. Dado que esta porción del mesogastrio dorsal se fusiona con la pared corporal dorsal, la cola del páncreas se sitúa contra esa región. Una vez que la hoja posterior del mesogastrio dorsal y el peritoneo de la pared posterior desaparecen siguiendo la línea de fusión, la cola del páncreas queda cubierta por peritoneo únicamente en su superficie anterior y, en consecuencia, se haya en posición retroperitoneal ( los órganos como el páncreas, que en un principio estaban cubiertos por peritoneo pero que después se fusionan con la pared posterior del cuerpo para adoptar una posición retroperitoneal, se denomina secundariamente retroperitoneales).



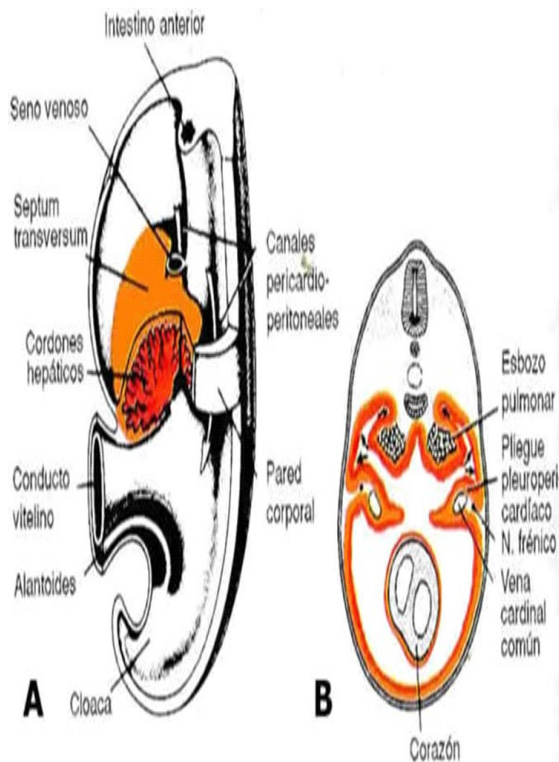
## FORMACIÓN DE HÍGADO Y VESÍCULA BILIAR, Y DEL PÁNCREAS

### Hígado y vesícula biliar

El primordio hepático aparece a mediados de la cuarta semana como una evaginación del epitelio endodérmico en el extremo distal del intestino anterior. Esta evaginación, denominada divertículo hepático o esbozo hepático, consiste en cordones celulares de proliferación rápida que se introducen en el septum transversum, es decir, la lamina mesodérmica entre la cavidad pericárdica y el pedículo del saco vitelino. Mientras que los cordones de células hepáticas siguen introduciéndose en el septum, la comunicación entre el divertículo hepático y el intestino anterior (duodeno), disminuye de calibre y se forma de tal manera el **conducto biliar o colédoco**. Una pequeña evaginación ventral de éste dará origen a la **vesícula biliar y al conducto cístico**.



Durante el desarrollo posterior, los cordones hepáticos epiteliales se entremezclan con las venas onfalomesentéricas y umbilicales para formar los sinusoides hepáticos. Los cordones hepáticos se diferencian en el **mesénquima** (células del hígado) y forman el revestimiento de los conductos biliares. Las células hematopoyéticas, las células de Kupffer y las células conectivas derivan del mesodermo del septum transversum.



Cuando las células hepáticas han invadido la totalidad del septum transversum de manera que el hígado sobresale caudalmente hacia la cavidad abdominal, el mesodermo del septum transversum situado entre el hígado y el intestino anterior, y entre el hígado y la pared abdominal ventral, se torna membranoso y se forman el **epiplón menor y el ligamento falciforme**, respectivamente. Estas estructuras en conjunto constituyen la conexión peritoneal entre el intestino anterior y la pared ventral del abdomen y se denomina **mesogastrio o mesenterio ventral**.

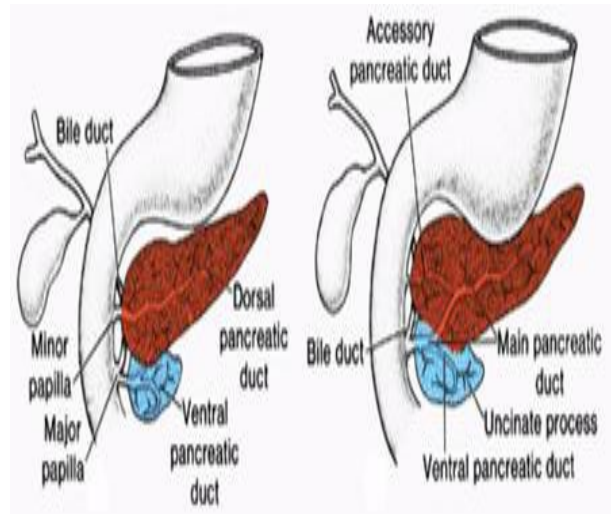
En la decima semana de desarrollo el peso del hígado representa aproximadamente el 10% del peso corporal total. Aun cuando ello puede atribuirse, en parte, a los abundantes sinusoides, otra función importante es su función hematopoyética. Entre las células hepáticas y las paredes de los vasos se encuentran nidos voluminosos de células en proliferación que darán origen a eritrocitos y leucocitos. Esta actividad disminuye gradualmente en los dos últimos meses de vida intrauterina, y en el momento del nacimiento solo quedan pequeños islotes hematopoyéticos. En esta etapa el peso del hígado corresponde solo al 15% del peso corporal total.



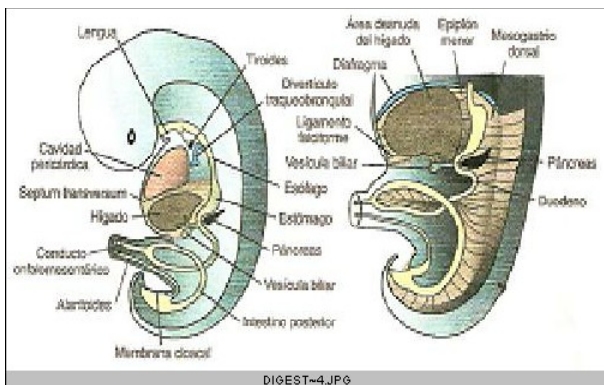
Otra función importante del hígado comienza alrededor de la duodécima semana del desarrollo, en esta etapa las células hepáticas empiezan a formar bilis. Mientras tanto, se han desarrollado la **vesícula biliar y el conducto cístico**, y este se ha unido al conducto hepático para formar el conducto colédoco, de modo que la bilis puede pasar al tubo digestivo. De ahí que el contenido de éste tome una coloración verde oscura. A consecuencia de los cambios de posición del duodeno, la desembocadura del colédoco se desplaza paulatinamente de su situación anterior inicial para adoptar otra posterior y el colédoco pasa por detrás del duodeno.

## Páncreas

El páncreas es formado por dos esbozos, dorsal y ventral, que se originan en el revestimiento endodérmico del duodeno. Mientras que el **esbozo pancreático dorsal** esta situado en el mesenterio dorsal, el **esbozo pancreático ventral** guarda íntima relación con el colédoco. Cuando el duodeno efectúa su rotación hacia la derecha y toma la forma de una **C**, el esbozo pancreático ventral se desplaza dorsalmente, de manera parecida al desplazamiento de la desembocadura del colédoco. Por último, el esbozo ventral se sitúa inmediatamente por debajo y detrás del esbozo dorsal. Mas adelante se fusionan el parénquima y el sistema de conductos de los esbozos pancreáticos dorsal y ventral. El esbozo ventral forma el **páncreas menor o apófisis unciforme** y la parte inferior de la cabeza pancreática. El resto de la glándula deriva del esbozo dorsal.



La porción distal del conducto pancreático dorsal y la totalidad del conducto pancreático ventral constituyen el conducto pancreático principal (de Wirsung). La porción proximal del conducto pancreático dorsal se oblitera o persiste como un canal de pequeño calibre, el **conducto pancreático accesorio** (de Santorini). El conducto pancreático principal junto con el colédoco, se introduce en el duodeno en el sitio correspondiente a la **papila (carúncula) duodenal mayor**; la desembocadura del conducto accesorio (cuando existe) se halla en el sitio correspondiente a la papila (carúncula) duodenal menor. En un 10% de los casos los conductos no se fusionan y persiste el sistema doble original.



**Los islotes pancreáticos (de Langerhans)** se desarrollan a partir del tejido pancreático parenquimatoso en el tercer mes de vida intrauterina y se hallan dispersos en la glándula. La **secreción de insulina** comienza aproximadamente en el quinto mes. También a partir de las células parenquimatosas se desarrollan las células que secretan glucagón y somatostatina. La hoja esplácnica del mesodermo que rodea a los esbozos pancreáticos forma el tejido conectivo de la glándula.

## Desarrollo del Bazo

Este órgano proviene de una masa de células mesenquimatosas situadas entre las capas del mesogastrio dorsal. El Bazo, un órgano linfático vascular, inicia su desarrollo a lo largo de la quinta semana, pero no adquiere su forma característica a comienzos del período fetal. El bazo es lobulado en el feto, pero estos lóbulos suelen desaparecer antes del nacimiento. Las escotaduras del borde superior del bazo adulto representan restos de los surcos que separaban los lóbulos fetales. A medida que el estómago rota, la

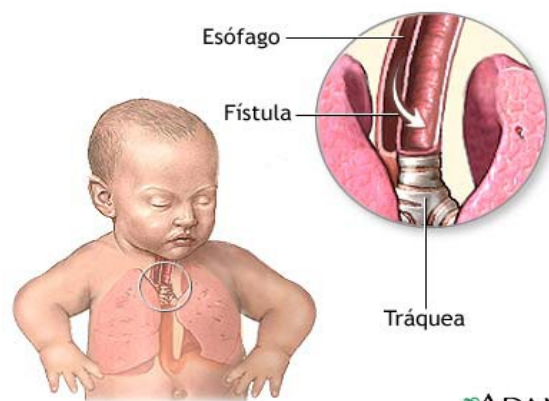
superficie izquierda del mesogastrio se fusiona con el peritoneo sobre el riñón izquierdo. Esta fusión explica la unión dorsal del ligamento esplenorrenal y el motivo debido al cual la arteria esplénica del adulto, la rama más larga del tronco celiaco, sigue un trayecto tortuoso posterior a la bolsa epiploica y anterior del riñón izquierdo.

## ANOMALIAS CONGENITAS

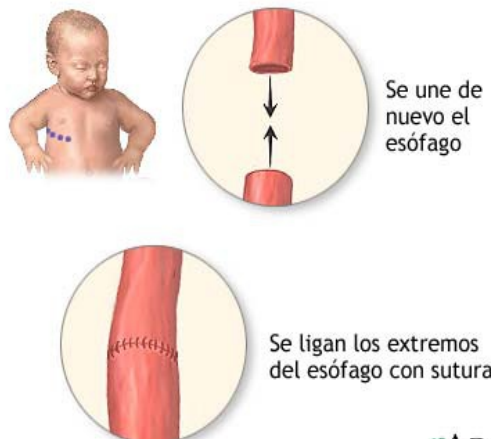
### Atresia esofágica

La **fístula traqueo-esofágica**, o ambas, son consecuencia de la desviación espontánea del tabique traqueo-esofágico hacia atrás o de algún factor mecánico que presiona la pared dorsal del intestino anterior en sentido ventral. En su forma más frecuente, la parte proximal del esófago termina como un saco ciego, mientras que la región distal se comunica con la tráquea por un conducto de escaso calibre, inmediatamente por arriba de la bifurcación. Son menos frecuentes en esta región otros tipos de defectos.

La **atresia esofágica** impide el paso normal de líquido amniótico hacia el tubo digestivo, lo cual lleva a la acumulación excesiva de líquido en el saco amniótico (Polihidramnios). Además de la atresia, la luz del esófago puede estar reducida, y ello da lugar a estenosis esofágica. Por lo común, la estenosis se localiza en el tercio inferior y puede ser causada por recanalización incompleta o por anomalías o accidentes vasculares que comprometen el flujo sanguíneo. En ocasiones, el esófago no se larga lo suficiente y como consecuencia se produce el ascenso del estómago a través del hiato esofágico del diafragma. El resultado es una **hernia hiatal congénita**.



ADAM.



ADAM.

### Estenosis hipertrófica congénita del píloro

Las anomalías del estómago son poco comunes, con excepción de la estenosis hipertrófica del píloro. Esta anomalía afecta a uno de cada 150 varones y una de cada 750 mujeres. Los niños con esta malformación presentan un notable **engrosamiento del píloro**, la región esfinteriana distal del estómago. Existe una hipertrofia de los músculos circulares y, en menor medida, longitudinales de la región pilórica, lo que comporta una estenosis intensa del canal pilórico y la obstrucción al paso de alimentos. Como consecuencia de ello, el estómago se distiende de manera notable y el niño expulsa sus contenidos con gran fuerza (vómito en proyectil). El tratamiento suele ser quirúrgico.

## Anomalías hepáticas

Son frecuentes las variaciones menores de la lobulación hepática, pero las anomalías congénitas de este órgano son raras. Las variaciones de los conductos hepáticos, conducto colédoco y conducto cístico son frecuentes y tiene importancia clínica. Pueden aparecer conductos hepáticos accesorios y es importante reconocer su posible presencia desde el punto de vista quirúrgico. Estos conductos accesorios son canales estrechos que salen del lóbulo derecho del hígado hacia la superficie anterior del cuerpo de la vesícula biliar. En algunos casos, el conducto costico se abre en un conducto hepático accesorio en lugar de hacerlo en el conducto hepático común.

### Bibliografía y Webgrafía:

*Clark, E. Embriología Humana de Patten, Fundamentos del desarrollo clínico. Editorial El Ateneo*

*Langman, J. Embriología Médica. Editorial médica Panamerica 9ª Edición.*

**Langman, J. Embriología Médica. Editorial médica Panamericana 10ª Edición.**

*Moore, P. Embriología Clínica. Editorial ELSEVIER 7ª Edición*

[www.virtual.unal.edu.co/.../3-5digestivo.html](http://www.virtual.unal.edu.co/.../3-5digestivo.html)