

## Sistema digestivo

Es un conjunto de órganos complejo y bien organizado que anatómicamente está conformado por: boca, faringe, estómago, intestino delgado e intestino grueso. Tiene además dos glándulas anexas que le ayudan a realizar funciones y que son además de gran importancia para todo el organismo: hígado y páncreas. En la cavidad abdominal, la mayor parte de los órganos del tubo digestivo están recubiertos externamente por un capar serosa transparente, el peritoneo, que los mantiene en su lugar, les permite moverse y evita que se adhieran entre sí. De las capas internas que forman el tubo digestivo la mucosa, deriva del endodermo mientras que la submucosa y la muscular derivan del mesodermo esplácnico. El sistema digestivo comienza a desarrollarse en la etapa embrionaria, durante la cuarta semana, y su morfogénesis principal concluirá alrededor de la mediana semana, aunque todavía tendrá cambios importantes durante la etapa fetal que lo preparan para asumir sus funciones después del nacimiento. Intestino primitivo embrionario. Se forma durante la cuarta semana como consecuencia del plegamiento o tubulación que el embrión sufre en ese momento, y que determina que el endodermo intraembrionario y parte del techo del saco vitelino queden incluidos del embrión. Comienza a nivel cefálico, a partir de la membrana buco-faríngea, y termina a nivel caudal, en la membrana cloacal. El intestino primitivo se divide en tres porciones: el intestino anterior, el intestino medio y el intestino posterior o caudal. **Tubo digestivo.** Se desarrollan a partir de la cuarta semana de la cubierta endodérmica del intestino anterior, medio y posterior, y del mesénquima que rodea a cada una de estas porciones del intestino embrionario. Anatómicamente, el tubo digestivo comprende desde la boca hasta el orificio anal. **Esófago.** Se puede identificar al inicio de la embriogénesis (cuarta semana); caudal a la cuarta bolsa faríngea y por lo tanto al origen del divertículo laringotraqueal. Al principio el esófago es corto, pero luego se alarga cuando el corazón y los pulmones crecen y descienden. Del mesodermo esplácnico que rodea al esófago y se forman las siguientes capas de la mucosa.

la lámina Propia y la muscular de la mucosa, así como la submucosa, que es una capa gruesa de tejido conectivo denso y finalmente la muscular. El esófago, en sus dos terceras partes superiores, está constituido por músculo estriado derivado del mesénquima de los últimos arcos faríngeos y es inervado por el nervio vago; su tercio inferior es de músculo liso derivado del mesodermo visceral y es inervado por el plexo visceral. Durante su descenso el esófago rota  $90^\circ$  en sentido horario, con lo cual el lado derecho del esófago queda dorsal y el lado izquierdo ventral. Durante su desarrollo el esófago puede sufrir trastornos como; atresia esofágica, Estenosis esofágica congénita, esófago corto, duplicación esofágica, acasia.

**Estómago.** Inicia su desarrollo a la cuarta semana, al mismo tiempo que el esófago, se origina a partir del intestino anterior y del mesénquima esplánico circundante. El desarrollo morfológico e histológico del estómago se complementa al nacimiento. Durante la quinta semana el estómago tiene un crecimiento asimétrico de sus paredes: crece más lento en su borde ventral para formar la cobertura menor, y en su borde <sup>dorsal</sup> ventral forma la cobertura mayor por un crecimiento más rápido. El estómago toma su posición final, dirección oblicua, de tal modo que la cobertura mayor queda mirando hacia abajo y a la izquierda y la menor hacia arriba y a la derecha. El estómago desarrolla también puede presentar alteraciones, algunas sin mayor repercusión funcional, como es el caso de Estenosis pilórica.

**Duodeno.** comienza su desarrollo a principios de la cuarta semana, a partir de la parte terminal del intestino anterior, la porción inicial del intestino anterior, la porción inicial del intestino medio y el mesénquima esplánico circundante. Al principio el duodeno se localiza en la línea media, pero debido su rápido crecimiento y a la rotación del estómago, forma una asa en forma de "C". La primera y la segunda porción (superior y descendente) del duodeno y la cabeza del páncreas son desviadas contra la pared corporal dorsal del cuerpo. Las alteraciones del desarrollo del duodeno pueden ser debidas a una rotación incompleta o inversa, que muchas veces no tienen repercusiones importantes, como; obstrucciones del duodeno, estenosis duodenal y atresia duodenal.

## Yeyuno e ileon

Yeyuno es continuación del duodeno y se inicia en la flexura duodenoyeyunal, y a su vez se continúa con el ileon, el cual termina en la unión ileocecal (unión de la porción terminal del ileon y el ciego). En conjunto, el yeyuno y el ileon miden aproximadamente de 6 a 7 m de largo y de 2 a 4 cm de diámetro; es un poco más corto el yeyuno que el ileon y no existe una línea de demarcación clara entre ellos. Estas dos porciones del tubo digestivo se originan del intestino medio y del mesoderma que lo rodea. La rama cefálica se convertirá en la porción distal del duodeno, el yeyuno y parte del ileon. Su ubicación final está relacionada con el desarrollo del colon ascendente y al final del periodo fetal llega hasta la fosa iliaca derecha. La organogénesis del intestino delgado se completa a las 13 semanas de gestación. A las 22 semanas, las células epiteliales de absorción se asemejan a las del intestino adulto. **Colon ascendente, ciego y apéndice vermiforme.** Comienzan a desarrollarse en la semana sexta a partir de la rama caudal del intestino medio. En esta, el primordio del ciego se ve como una dilatación en un borde antimésentérico, alrededor de la semana 10 u 11, el colon ascendente muy corto, lo que deja al ciego y al primordio del apéndice en la parte superior derecha del abdomen. El ciego, el apéndice y el colon sigmoide conservan libres sus mesenterios. Las alteraciones congénitas de los derivados del intestino medio son muy variadas y algunas de ellas muy graves; como patocele, hernia umbilical, gastrosquisis, divertículo ileal. **Intestino posterior o caudal** se inicia inmediatamente después de la implantación del conducto vitelino y termina en fondo de saco de la membrana cloacal. **Cloaca.** Es la porción terminal del intestino posterior, constituida por endoderma de la cloaca y ectoderma del proctodeo o fovea anal. **Conducto anal.** La membrana anal intermitente está revestida de endoderma y se localiza de la etapa embrionaria o principios de la fetal. **Glándulas anexas.** Son el **Hígado** y el **Páncreas**, cuyos primordios se originan como evaginaciones del ectoderma del intestino anterior, y que se introducen en el mesénquima que rodea, que será el responsable de completar el desarrollo de estas glándulas.

## Hígado y vías biliares

Comienzan a desarrollarse a principios de la cuarta semana y se forman a partir del endodermo del intestino anterior y del mesodermo esplácnico del tabique transverso. Del primordio hepático se conformarán el hígado, los conductos hepáticos y el colédoco. Los conductos biliares extrahepáticos, la vesícula biliar y los conductos císticos, hepático y biliar común se desarrollan por separado y después se anastomosan. Entre la quinta y la décima semana, el hígado crece mucho y ocupa la mayor parte de la cavidad abdominal. Durante gran parte de la etapa embrionaria y fetal, el hígado tiene una importante función hematopoyética, la cual se inicia en la sexta semana y confiere al hígado un color rosa brillante en esta etapa. Vesícula biliar, se desarrolla de la parte caudal del denticulo hepático, y el conducto cístico del falo que une a la vesícula con el conducto hepático. Los hepatocitos ejercen múltiples funciones, incluyendo el metabolismo de diversas moléculas de la dieta, la desintoxicación de compuestos, almacenan glucógeno y secretan la bilis y producen mediante la degradación cantidades de proteínas séricas en la sangre. Después de la semana 13, la bilis puede producir un color verde y oscuro al meconio. Páncreas, se desarrolla principalmente a partir de células endodérmicas que se originan en la parte caudal del intestino anterior, aunque también participa el mesodermo esplácnico. Cuando el duodeno gira hacia la derecha y adquiere la forma de "C", la yema pancreática ventral se desplaza hacia la derecha junto con el conducto colédoco y la yema dorsal se traslada hacia la izquierda adquiriendo una posición oblicua. Inicialmente el páncreas es un órgano intraperitoneal. El crecimiento y diferenciación del páncreas requiere del mesénquima que lo rodea, que es el encargado de formar tejido conectivo, los tabiques interlobulares y las vasculas sanguíneas. La parte endocrina del páncreas está formada por los islotes pancreáticos o de Langerhans, que aparecen a los 12 semanas. La parte exocrina del páncreas está formada por los ácinos pancreáticos. Secretan enzimas digestivas que son trasladadas al duodeno a través de los conductos pancreáticos. Al igual que el hígado, el páncreas puede tener variaciones en su morfología o puede haber tejido accesorio pancreático, en las paredes del estómago, etc.

## Sistema Respiratorio

Los pulmones, como órganos centrales del sistema respiratorio, se encargan de la oxigenación de la sangre a través de la membrana alveolo-capilar. La respiración se define como el transporte de oxígeno al interior de los tejidos y del dióxido de carbono en dirección opuesta. Esta función es vital y el organismo se prepara para ella durante toda la gestación.

**Constitución morfológica definida del sistema respiratorio.**  
Morfológicamente, el sistema respiratorio se divide en vías respiratorias superiores (constituidas por la nariz, las cavidades nasales, los senos paranasales y la faringe) y vías respiratorias inferiores (conformadas por la laringe, la tráquea, los bronquios, los bronquiolos y los alveolos). El sistema respiratorio es responsable del intercambio gaseoso, esto es, capta el oxígeno ( $O_2$ ) y elimina el dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

**Morfogénesis del sistema respiratorio.** Inicia su desarrollo en la cuarta semana y lo concluye hasta la infancia. La nariz y la cavidad nasal surgen de Proceso frontonasal medial. La laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones se forman a partir del primordio respiratorio que se originan como una evaginación del intestino anterior. **Nariz y cavidad nasal.** Se desarrolla de la porción lateral de la prominencia frontonasal, a partir de la cuarta semana. La primera manifestación de la nariz son dos ensamientos o quales bilaterales del ectodermo superficial, las placadas nasales, en las porciones ventrolaterales de la prominencia frontonasal. En las paredes laterales de la cavidad nasal se desarrollan también durante estas semanas los cornetes superiores, medio e inferior, y el epitelio ectodérmico en el techo de la cavidad nasal comienza a especializarse para formar el epitelio olfatorio. **Laringe y epiglotis.** comienzan a formarse en la cuarta semana. Al finalizar de la cuarta semana, la hendidura laríngeotraqueal se profundiza para formar el divertículo laríngeotraqueal el cual se alarga y se ensancha en su extremo distal para formar el divertículo broncopulmonar. El epitelio de la laringe se forma a partir del ectodermo del tubo laríngeotraqueal y los cartilagos de la laringe se originan del mesénquima de los cuarto y sexto arcos.

Faringeos (a su vez derivados de las células de la cresta neuronal). De los pliegues vocales se forman finalmente las cuerdas vocales. La parte caudal de la eminencia hipobranchial (cuarta arca) se proyecta hacia la glotis primitiva dando lugar a la tumefacción epiglótica, que finalmente dará origen a la epiglottis, que resguarda la entrada de la laringe. La laringe y la epiglottis continúan su desarrollo hasta después del nacimiento. El tamaño de la laringe del recién nacido corresponde una tercera parte de la del adulto. **Tráquea, bronquios y pulmones.** Derivan del intestino anterior a nivel de la cuarta bolsa faríngea de la porción cefálica se originan la tráquea, los bronquios y los bronquiolos, y de la caudal, los alvéolos. Hacia la vigésima cuarta semana se han formado ya aproximadamente 17 generaciones, de ramas bronquiales y los bronquiolos respiratorio. Los **pulmones** comienzan su desarrollo en la cuarta semana de gestación con el esbozo respiratorio, que se originan a partir de una evaginación ectodérmica del intestino anterior rodeado por el mesénquima esplácnico. **Maduración pulmonar,** los pulmones pasan por cuatro etapas de maduración: pseudoglandular, canalicular, sacular y alveolar. Al finalizar la etapa canalicular comienza a producirse el factor surfactante pulmonar, indispensable para el intercambio gaseoso en el pulmón durante la vida posnatal. **Etapas pseudoglandular.** Durante esta etapa se llevan a cabo de 12 a 13 divisiones de las vías aéreas y aquí participa el factor de transcripción conocido como factor nuclear homólogo 4 del hepático. **Etapas canalicular.** Se presenta entre las semanas 16 y 27 de gestación. En esta etapa hay un importante crecimiento de los tabulos respiratorios, donde pueden observarse los bronquios y bronquiolos terminales, rodeados por un mesénquima muy vascularizado. **Etapas sacular.** Comienza de la semana 26 al término de la gestación. Se caracteriza por el importante incremento de sacos terminales y el adelgazamiento de su epitelio, el cual está formado por células planas y cúbicas que han diferenciado a partir de las células columnares de origen ectodérmico y son las precursoras de los neumocitos

## Etapa alveolar

Por último, en la etapa alveolar o posnatal ocurre la formación de las mesalveolares o alvéolos definitivos, un periodo que se extiende por varios años de la vida posnatal. Una vez concluido el desarrollo de los pulmones, estos se componen de lobulillos pulmonares, considerados como la unidad estructural básica del pulmón. Los bronquiolos terminales se dividen para formar los bronquiolos terminales se dividen para formar los bronquiolos respiratorios. Alvéolo es el fondo de saco terminal de las ramificaciones bronquiales y está formado por una pared fina tapizada de neumocitos. El alvéolo tiene un diámetro de 0.3 mm al nacimiento y existen entre 20 y 30 millones de ellos.

## Sistema urogenital

Los sistemas urinario y genital son funcionalmente independientes. Sin embargo, anatómicamente y embriológicamente los dos sistemas tienen una estrecha relación porque ambos provienen del mesodermo intermedio. El sistema urinario o excretor está formado por los riñones, los uréteres, la vejiga y la uretra y cumple funciones esenciales para la vida. Los riñones son los encargados de la producción de la orina (1.5 litros cada 24 horas). El sistema urinario excreta productos de desechos del metabolismo celular (creatinina). El sistema genital masculino o reproductor masculino está constituido por órganos sexuales primarios y órganos sexuales secundarios. Los órganos sexuales primarios son las gónadas masculinas o testículos, encargadas de la producción de los espermatozoides (gameto masculino). Los órganos sexuales primarios de acceso están constituidos por tubos rectos, red testicular, conductillos, epidídimo, conductos deferentes, conducto eyaculador, próstata, glándulas seminales, glándulas bulbouretrales, uretra y pene. El sistema genital femenino está constituido por genitales externos, genitales internos y las glándulas mamarias. Los genitales externos

(ovular) a su vez están constituidos por los labios mayores y menores, el clitoris y el vestíbulo vaginal. Los genitales internos se ubican profundamente en la cavidad pelviana y están conformados por los ovarios (Gónada femenina), trompas uterinas, útero y vagina. Sistema urinario, se origina a partir de la cuarta semana, fundamentalmente del mesodermo intermedio. Durante su desarrollo pasa por tres etapas: pronefros, mesonefros; este último es el responsable de la formación del riñón definitivo y proviene de una evaginación de la porción caudal del conducto mesonefrico, el brote ureteral y del mesodermo que lo rodea, el blastema metanefrico. Las nefrones (unidad funcional del riñón) se forman del blastema metanefrico, los utérecos del brote ureteral, y la vesiga y la uretra del seno urogenital. Derivados del gononefrotoma. En el embrión humano se originan en forma sucesiva durante su desarrollo tres tipos de sistemas excretor de porción craneocaudal: pronefros, mesonefros y metanefros. En el momento del nacimiento ya se han formado todas las nefronas aproximadamente 1000 000 por cada riñón, las cuales terminan su diferenciación después del nacimiento, vesiga y uretra. En la quinta semana del desarrollo comienzan la división de la cloaca, una lamina de mesodermo origina el tabique urorectal que divide a la cloaca en una porción anterior, el seno urogenital y una porción posterior, el recto. Desarrollo del sistema genital, se origina a partir de la cuarta semana del mesodermo intermedio, del epitelio celómico y de las células germinales primordiales, su diferenciación pasa por tres etapas: crasómica, gonadal y fenotípica. La diferenciación crasómica ocurre durante la fertilización, la gonadal da lugar a la formación de ovarios o testículos, y la fenotípica al sistema de conductos, glándulas y genitales externos femeninos o masculinos. Desarrollo de las glándulas suprarrenales. Se originan del mesodermo en la sexta semana y se terminan a los tres años de edad. Entre otros hormonas producen andrógenos, cuyo aumento puede dar lugar a la masculinización de los genitales.