



## **Resumen de embriología por sistemas**

*José Rodolfo Meza Velasco*

*Tercer parcial*

*Biología del desarrollo*

*Dr. Miguel de Jesús García Castillo*

*Medicina Humana*

*Primer semestre*

# SISTEMA DIGESTIVO

El sistema digestivo es un conjunto de órganos complejo y bien organizado que anatómicamente se conforma por boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso, tiene 2 glándulas principales anexas que le ayudan a realizar sus funciones y que además son de suma importancia para el organismo las cuales son - hígado y páncreas, estas ayudan a llevar a cabo muchas funciones importantes incluyendo a la digestión, es decir, hacen la transformación de los alimentos para que puedan ser absorbidos y utilizados por las células del organismo.

De las capas que forman el tubo digestivo, la mucosa deriva del endodermo, mientras que la submucosa y la muscular derivan del mesodermo espláncico. El intestino primitivo se forma durante la cuarta semana como consecuencia del proceso de flexión o tubulación del embrión. Este proceso entre otras causas importantes dan lugar al intestino grueso, anterior, medio y posterior caudal, a partir de las cuales se formarán los primeros de todos los órganos que integran el sistema digestivo.

El intestino anterior se originará la faringe, esófago el bazo la ungueotraqueal que a su vez formará parte del sistema respiratorio, el estómago, la primera porción del duodeno, la porción craneal es la segunda porción del duodeno, el hígado, la vesícula biliar, las vías biliares y el páncreas. Del intestino grueso medio provendrán la parte caudal, de la segunda porción del duodeno, la tercera y la cuarta porción del duodeno, el yeyuno, íleon, ciego, apéndice vermiforme, colon ascendente y el tercio derecho o proximal y el tercio medio del colon transversal. El esófago y el estómago se desarrollan a partir del intestino y del mesenquimia de origen mesodérmico que es a quel que los rodea. Del endodermo del intestino anterior se forman el epitelio y las glándulas, y del mesodermo circundante, la musculatura, tejido conjuntivo y vasos sanguíneos. Durante su desarrollo presenta un pino de got que lleva a la pared izquierda hacia adelante y la parte derecha hacia atrás y con ella los nervios vagos;

El desarrollo del Duodeno comienza a principios de la cuarta semana, a partir de la parte terminal del intestino anterior, la porción inicial del intestino medio y el mesenquima espláncnico circundante. La primera porción del Duodeno (superior y descendente) y la cabeza del páncreas son desplazadas contra la pared caudal dorsal del cuerpo. El yeyuno es continuación de Duodeno y se inicia en la flexura duodenoyeyunal, y a su vez se continúa con el íleon, el cual termina en la unión ileocecal (unión de la porción terminal del íleon y ciego). En conjunto con el yeyuno y el íleon 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 íleon y no existe una línea de demarcación clara entre ellos. El intestino medio no solo da origen al yeyuno e íleon, sino al ciego también. El cólon Ascendente, ciego y apéndice vermiforme comienzan su desarrollo en la sexta semana a partir de la rama caudal del intestino medio. En esta, el Primordio del ciego se ve como una dilatación en su borde antimesentérico. El intestino medio ingresa a la cavidad abdominal y los giros que experimenta son esenciales para la ubicación definitiva de estas estructuras. El inicio del intestino posterior empieza en la cuarta semana después de la implantación del conducto vitelino y termina en fondo de saco en la membrana cloacal. Las porciones del tubo digestivo que se origina de esta porción del intestino embrionario comprende de la tercera parte izquierda del cólon transversal. El conducto anal en donde la membrana anal internamente está revestida de endodermio y se localiza en una depresión llamada fosa anal que por fuera está recubierta por ectodermio. Al final de la etapa embrionaria o principios de la etapa fetal, la membrana anal se rompe por muerte celular fisiológica, lo que permite la comunicación del recto con el exterior a través de un conducto de alrededor de 30-35 mm llamado conducto anal. Las diferencias entre irrigación sanguínea, inervación y drenaje venoso y linfático

del conducto anal son clínicamente importantes, como  
 por ejemplo, si se piensa en metástasis de células cancero-  
 sas. Las características de los carcinomas son diferentes  
 en las dos partes. Los tumores de la parte superior son  
 indoloros y se originan del epitelio cilíndrico, mientras  
 que los del tercio inferior son dolorosos y derivan del epite-  
 lio escamoso estratificado. Las glándulas anexas del  
 sistema digestivo son el hígado y el páncreas, cuyos  
 primordios se originan como evaginaciones del endode-  
 rmo del intestino anterior, y que se introducen en el  
 mesenquima que los rodea, que será el responsable  
 de completar el desarrollo de las glándulas principales

## SISTEMA RESPIRATORIO

Los pulmones como órganos centrales del sistema respiratorio, se encargan de la oxigenación de la sangre a través de la membrana alveolocapilar. La respiración se puede definir como el transporte de oxígeno al interior de los tejidos y del dióxido de carbono en dirección opuesta. Las causas más comunes de insuficiencia respiratoria, que se traduce como hipoxia en el recién nacido, con la prematuridad y la diabetes melitus materna, la constitución morfológica en 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, integradas el sistema respiratorio es responsable del intercambio gaseoso, esto es, captado el oxígeno ( $O_2$ ) y elimina el dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Este está constituido por las vías respiratorias inferiores, integrada por la laringe y tráquea, y vías respiratorias superiores, incluye la nariz, las cavidades nasales, los senos paranasales y la faringe. El aire ingresa al organismo por las fosas nasales, pasa por la faringe y llega finalmente a la laringe. Los dos pulmones órganos de consistencia esponjosa, se localizan en la caja torácica. En el intercambio gaseoso ocurre entre la membrana alveolocapilar, constituida por la pared alveolar y la pared de capilar pulmonar. El sistema respiratorio inicia su desarrollo en la cuarta semana y lo concluye hasta la infancia. La nariz y la cavidad nasal surgen del proceso frontonasal medial. La nariz se desarrolla de la porción lateral de la

prominencia frontonasal, a partir de la cuarta semana. El mesenquima de esta prominencia frontonasal se origina fundamentalmente de las crestas neurales y durante su desarrollo existe una importante interacción ectodermo-mesenquima. Al principio las placordas nasales son convexas (pero casi de inmediato comienzan a deprimirse en el centro, transformándose en unas estructuras concavas, las foveas nasales.

El mesénquima de los bordes de las foveas nasales, prolifera formando unas elevaciones en forma de hendidura, cuyas ramas o astas constituyen las prominencias nasales medial y lateral. y entre ellas el saco nasal primitivo. Las prominencias nasales laterales están separadas de los procesos maxilares por una hendidura, el surco nasolagrimal; sin embargo, al final de la sexta semana continúan las estructuras. El segmento intermaxilar surge de la fusión de las prominencias nasales. La laringe y la epiglottis comienzan a formarse en la cuarta semana, el primordio del sistema respiratorio está constituido por una evaginación medial de la pared ventral del extremo caudal de la faringe primitiva (caudal a las cuartas bolsas faríngeas): la hendidura laringotraqueal. El epitelio de la laringe se forma a partir del endodermio del tubo laringotraqueal y los cartílagos de la laringe se originan del mesénquima de los cuarto y sexto arcos faríngeos (a su vez derivados de las células de la cresta neural). A los lados de la hendidura laringotraqueal, el mesénquima protruye formando dos elevaciones, las tumefacciones o engrosamientos anteriores, convirtiendo la hendidura original en un orificio en forma de "T", la glotis primitiva. La tráquea, los bronquios y los pulmones derivan del intestino anterior a nivel de la cuarta bolsa faríngea. A la mitad de la cuarta semana, el factor de crecimiento Tbx4 determina la presencia de un surco que separa un esbozo endodérmico del intestino anterior, el cual crece inmerso en el mesénquima esplácnico. Este surco recibe el nombre de surco laringotraqueal, y el esbozo endodérmico forma el primordio de la tráquea, los bronquios y pulmones. Si el desarrollo de las vías respiratorias no se realiza correctamente, puede dar lugar a diversas alteraciones, algunas leves y que pueden pasar simplemente como variaciones anatómicas, y otras graves que comprometen la vida y función del niño desde el momento mismo en el que nace. El epitelio que recubre desde la tráquea hasta los sacos alveolares se

Origina a partir del endodermo. La diferenciación del epitelio se origina a partir del endodermo. La diferenciación del epitelio en los distintos segmentos del tubo respiratorio se lleva a cabo por la influencia de genes y factores de crecimiento. El epitelio que se vuelve cúbico en los bronquios terminales respiratorios se continúa en los sucos alveolares que están tapizados por neumocitos tipo I (células epiteliales escamosas) y tipo II (células epiteliales cúbicas). Los pulmones comienzan su desarrollo en la cuarta semana de gestación con el esbozo respiratorio, que se origina a partir de una evaginación endodérmica del intestino anterior y es rodeado por el mesénquima esplácnico. Mientras que el endodermo da lugar al epitelio de revestimiento interno, el resto del componente pulmonar tiene origen en el mesodermo esplácnico. Las anomalías congénitas del sistema respiratorio son poco frecuentes y suelen asociarse con otras anomalías del desarrollo, especialmente cardiovasculares.

Hendidura laríngea que esta es un defecto que se debe a la alteración en el desarrollo de la parte rostral del tabique traqueoesofágico. Consiste en un agujero en la línea media dorsal de la laringe que ocasiona desde un ruido respiratorio (estridor) hasta dificultad respiratoria grave en el recién nacido.

# DESARROLLO DE CARA Y CUELLO

## Aparato faríngeo

El aparato faríngeo o branquial consta de arcos, bolsas, surcos y membranas, está constituido en la región cefálica del embrión rodeando ventrolateralmente a la faringe primitiva. Los arcos faríngeos son abultamientos notorios formados externamente e internamente, están separados por depresiones que por la superficie externa del embrión se denominan surcos faríngeos y por dentro, en la faringe primitiva son bolsas faríngeas. El aparato faríngeo comienza su desarrollo en la cuarta semana y sus arcos, bolsas, surcos y membranas se forman en pares en secuencia cefalocaudal, para el final de la cuarta semana se observan con claridad en la superficie del embrión cuatro pares de arcos faríngeos y uno más en posición caudal que se continúa con el cuerpo del embrión. Y los arcos faríngeos inician su desarrollo en la cuarta semana como resultado de la llegada de las células de la cresta neural craneal que han migrado en dirección ventrolateral, y contribuyen a la formación de la cabeza y cuello, estos se desarrollan en pares como elevaciones superficiales a los lados de la faringe primitiva.

Cada arco faríngeo tiene un núcleo de mesénquima recubierto por ectodermo en su cara externa y endodermo en su cara interna.

El mesénquima deriva del mesodermo paraxial y lateral y de células de la cresta neural, incluido en el mesénquima de cada arco faríngeo tenemos un vaso sanguíneo o arco aórtico, un cartilago, un primario muscular y un nervio. El primer arco mandibular aparece aproximadamente a los  $23 \pm 1$  días. Forma dos prominencias a los lados del estomodeo: Proceso maxilar y proceso mandibular, estos procesos serán responsables del desarrollo del esqueleto óseo del tercio, medio e inferior de la cara y de los tejidos blandos de esas partes.

El segundo par, o arco hioideo, aparece aproximadamente a los  $24 \pm$  días, contribuye a la formación del hueso hioideo. El mayor crecimiento de los arcos es el segundo debido a que este crece fundamentalmente en dirección caudal superponiéndose al tercer y cuarto arco y ocultándose por completo, dejando un pequeño espacio denominado seno cervical.

Del mesenquima del primer par de arcos faringeos se derivaran diferentes estructuras oscas o ligamentos, en el proceso maxilar da origen a las maxilas, cigomaticos y porcion escamosa de los huesos temporales, en el proceso mandibular de ambos lados formaran juntos la mandibula, de el cartilago del primer arco, el cartilago meckel, dara origen al martillo y yunque, el ligamento anterior del martillo, ligamento esternomandibular y el primordio de la mandibula. El cartilago del segundo arco o cartilago Reichert, dara origen al estribo, el proceso estriboideo y la parte superior y astas menores del hueso hioides, el tercer arco formara la mitad inferior y astas mayores del hueso hioides. Los cartilagos del cuarto y sexto arco se van a fusionar y daran origen a los cartilagos laringeos (excepto la epiglotis.) Del botan muscular de cada uno de los arcos se formaran musculos estrados de la cabeza y cuello. El musculo del primer arco formara musculos de la masticacion, el segundo musculos de expresion facial, el tercero musculo estribofaringeo, el cuarto y sexto daran lugar al cuico tiroideo, los constrictores y la musculatura estrada del esofago. Cada arco es inervado por nervios o pares craneales, el nervio del primer arco faringeo es el V par craneal (trigemino) inerva la piel de la cara, nervio sensorial principal de la cabeza y cuello, el nervio del segundo arco es el VII par craneal (facial) y el del tercer arco el IX par (glosotaringeo), inerva fundamentalmente mucosas de la lengua y laringe, el cuarto y sexto arco son inervados por el X par craneal (vago), inerva la mucosa de la faringe. tambien se forman bolsas y carcos faringeos, hay cuatro pares de bolsas bien marcadas y su rebobimiento endodermico da lugar a organos importantes de la cabeza y cuello. De la primera bolsa faringea se origina la cavidad timpánica, el antro mastoideo, la tuba auditiva y parte de la membrana timpánica, de la segunda bolsa las amigdalas y fosas, tambien las cuptas amigdalinas, de la tercera bolsa la mayor parte del timo y de la cuarta una pequeña porcion del timo y las paratiroides superiores (paratiroides IV). Los surcos faringeos separan por el exterior a los arcos adyacentes. Se forma cuatro surcos de cada lado, solo el primer surco contribuye a estructuras adultas formando el conducto auditivo externo, del segundo al cuarto surco quedan atrapados por el seno servical, obliterandolo. junto con esta a medida se desarrolla el cuello. Existe tambien una membrana faringea sola la primera membrana contribuye a estructuras de adulto y se sitúan al fondo de los surcos faringeos. La cara forma la superficie anterior de la cabeza, desde la frente hasta el mentón, se comienza a formar en

La cuarta semana, en la cuarta y octava semana ocurre la morfogénesis facial pero hasta la etapa posnatal se desarrollarán bien. La mandíbula y el labio inferior son las primeras partes de la cara que se forman, en su desarrollo participa el ectodermo superficial, el mesodermo subyacente y las células provenientes de la cresta neural cranial. En la cuarta semana se forman 5 abultamientos alrededor del estomodeo - procesos o prominencias faciales = proceso frontonasal medial (arriba de estomodeo), procesos maxilares (a los lados del estomodeo), procesos mandibulares (alrededor del estomodeo y por debajo de los procesos mandibulares maxilares).

### Cavidad nasal, cavidad bucal y formación del paladar

La nariz es la primera porción del sistema respiratorio y contiene el sentido del olfato, conformada por la cavidad nasal con dos cavidades, derecha e izquierda, la nariz tiene una raíz en la parte superior, un vértice o punta en la parte inferior y entre estas el dorso de la nariz, en la parte inferior hay dos orificios llamadas narinas, lateralmente están delimitados por las alas de la nariz. La cavidad nasal está separada por cavidades nasales derecha e izquierda, se accede a estas por las narinas. El tubo que nasal se divide en el interior de la nariz en dos cavidades, tiene una parte ósea y una cartilaginosa. La primera manifestación de la nariz es las placas nasales, dos engrosamientos del ectodermo superficial en las porciones ventrolaterales de la prominencia frontonasal. La cavidad bucal está formada en dos partes: vestíbulo bucal y cavidad bucal, el vestíbulo bucal es el espacio situado entre los dientes y las encías por un lado, la cavidad bucal es el espacio entre las arcadas dentales superiores e inferiores, en su interior aloja a la lengua. De la eminencia hipobranchial se formará el techo posterior de la lengua. Casi todos los de la lengua se forman a partir de los mioblastos que migran desde el notocoma de las somitas occipitales. Los yemas del gusto se desarrollarán entre la decimo primera semana, se forman en porción dorsal de la lengua y algunas en los arcos o pilares palatoglosos. El paladar forma el techo de la boca y el piso de las cavidades nasales, separa la cavidad bucal de las cavidades nasales y nasofaríngeas. Se desarrolla a partir de dos primordios - Paladar primario y paladar secundario.

### Glandulas

La glándula Tiroides se desarrolla a partir del endodermo del piso de la faringe primitiva, desde donde migra hasta alcanzar su posición definitiva en el cuello. Las glándulas paratiroides y el timo se forman del endodermo de las terceras y cuartas bolsas faríngeas u de células de las crestas neurales, van a migrar desde sus puntos de origen y llegar hasta la región del cuello, donde tendrán su dirección final.

# SISTEMA UROGENITAL

En el individuo los sistemas urinarios y genital son funcionalmente independientes. Anatómicamente y embriológicamente los dos sistemas están vinculados porque ambos provienen del mesodermo intermedio. Además, en el hombre la uretra participa en el transporte de la orina y del semen. El sistema Urinario o excretor está formado por los riñones, los uréteres, la vejiga y la Uretra,

Cumple funciones esenciales de la orina (16 litros cada 24 hrs), la que es transportada por los uréteres a la vejiga, donde se almacena hasta su eliminación hacia la Uretra, que la vierte hacia el exterior. El sistema genital masculino o reproductor masculino está constituido por órganos sexuales secundarios.

Los órganos sexuales primarios son las gónadas masculinas o testículos, encargadas de la producción de los espermatozoides (gameto masculino) con número haploide de cromosomas ( $22, X + 0 + 22 + 1$ ) y de las hormonas sexuales (andrógenos). Los órganos sexuales accesorios están constituidos por tubos rectos, recto testicular, conductillos eferentes, epididimo, conducto deferente, conducto eyaculador, próstata, glándulas seminales, glándulas bulbouretrales, uretra y pene; estos órganos tubulares y glandulares, intervienen en la maduración, el almacenamiento y el transporte de los espermatozoides. La producción de espermatozoides es continua a partir de la pubertad, a diferencia de la formación del ovocito maduro, que se produce en un ciclo ovárico mensual sumamente complejo que depende de la regulación hormonal. El sistema genital femenino está constituido por genitales externos (vulva) a su vez constituidos por labios mayores y menores, el clitoris, y el vestíbulo vaginal. Los genitales internos se ubican profundamente en la cavidad pelviana y están formados por ovarios (gónada femenina), trompas uterinas, útero y vagina. Las glándulas mamarias se localizan en la región pectoral. Las funciones de los genitales femeninos se encuentran regulados tanto por mecanismos de naturaleza nerviosa como endocrina.

o humoral, En este sistema aparecen diversas funciones =  
1) la formación de los ovocitos (células haploides 2n.x), 2) la recepción de los espermatozoides y su capacitación, 3) brindar el medio ambiente donde acontece la fertilización del óvulo, 4) el lugar del desarrollo del feto, 5) Actúa en la expulsión de este mismo, 6) la nutrición del recién nacido por la glándula mamaria. El sistema urinario se desarrolla a partir de la cuarta semana, fundamentalmente del mesodermo intermedio. Durante su desarrollo pasa por tres etapas: pronefros, mesonefros y metanefros; este último es el responsable de la formación del riñón definitivo y proviene de una evaginación de la pared caudal del cordón mesonefrico, el brote uretral y del mesodermo que lo rodea, el blastema metanefrico. Las nefronas (unidad funcional del riñón) se forma el blastema metanefrico. Las nefronas que son la unidad funcional del riñón se forman del blastema metanefrico, los uréteres del brote uretral, la vejiga y la uretra del seno urogenital. El embrión se origina en forma sucesiva, durante su desarrollo tres tipos de sistema excretor de crecimiento, craneocaudal: pronefros, mesonefros y metanefros. Los Pronefros: El riñón primitivo es el riñón funcional en peces y anfibios, se trata de un vestigio evolutivo en los mamíferos. En un sistema rudimentario que aparece en los embriones humanos al inicio de la cuarta semana, alrededor del día 23. Está constituido por 7 a 10 pares de cordones celulares macizos o nefrotomas, que se forman a expensas del mesodermo intermedio a la altura de los primeros somites. Se desarrollan uno a dos nefrotomas por somite, que corresponden a estructuras sin significado funcional. Estos cordones macizos luego se canalizan originando los tubos pronefricos. Los Mesonefros se forman también durante la cuarta semana pero más tarde, se origina a partir del mesodermo intermedio, inducido por los tubos o tubos pronefricos que estos se extienden hacia dirección inferior.

Se desarrollan unos dos nefrotomas por somite, que corresponden a estructuras sin significado funcional. Los cordones mesozigos luego se canalizan, surgiendo los tubulos pronefricos. Los nefrotomas más superiores se van atrofiando antes de que se desarrollen los más caudales. El pronefros involucionan y desaparecen entre los días 24 y 25.

Mesonefros (riñón transitorio) = se forma durante la cuarta semana pero más tardíamente que el pronefros y en la octava semana empiezan su involución. Se origina a partir del mesodermo intermedio, inducido por los tubulos pronefricos que se extienden hacia abajo, treinta unidades secretoras mesonefricas o nefronas primitivas se localizan en sentido encefalocaudal. Los glomerulos están formados por un ovillo de capilares con una estructura semejante a la de la nefrona definitiva. Los tubulos constituyen en parte medial el esbozo de la cápsula glomerular, formándose así el cápsulo renal. La vejiga y la uretra comienzan su desarrollo a partir de la quinta semana en donde comenzará el desarrollo o 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. El seno urogenital se divide en porción vesical (voluminosa, da origen a la vejiga. Porción pélvica (donde se origina la totalidad de la uretra y en el sexo masculino porciones prostáticas y membranosas. y por último porción fálica (de esta porción deriva la uretra peniana en los varones). El 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 = cromosómica, genadal y fenotípica. La diferenciación cromosómica ocurre durante la fertilización, la genadal da lugar a la formación de ovarios y testículos y la fenotípica al sistema de conductos, glándulas y genitales externos femeninos o masculinos.

## Referencias bibliográficas

uDoez. (2023). Embriología Clínica Arteaga

Martinez. uDocz. <https://www.udocz.com/apuntes/618879/embriologia-clinica-arteaga> -

martinez-comprimidopdf.