



UDRS

Mi Universidad

Karla Alejandra De la cruz Anzueto

Tercer Parcial

Biología del desarrollo

Dr. Miguel de Jesús García Castillo

Licenciatura en medicina humana

Primer semestre, grupo C

Comitán de Domínguez, Chiapas a 17 de Noviembre 2023

DESARROLLO DEL SISTEMA DIGESTIVO

El sistema digestivo es un conjunto de órganos complejo y bien organizado que anatómicamente está conformado por: boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso. Tiene además dos glándulas anexas que le ayudan a realizar sus funciones y que son además de gran importancia para todo el organismo: hígado y páncreas. Lleva a cabo muchas funciones importantes, incluyendo la digestión, también tiene una función endocrina e inmunitaria a excepción de las glándulas anexas, el resto de los componentes del sistema digestivo tienen una forma tubular. A lo largo de todo el tubo digestivo la pared tiene cuatro capas: mucosa, submucosa, muscular y serosa. En la cavidad abdominal, la mayor parte de los órganos del tubo digestivo están recubiertos externamente por una capa serosa transparente, el peritoneo.

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. Con respecto al peritoneo que forma la capa externa del tubo digestivo, se origina del mesodermo lateral. El mesenterio se origina de la capa visceral del mesodermo lateral. El sistema digestivo comienza a desarrollarse en la 4^a SDG y su morfogenesis principal concluirá alrededor de la décima semana.

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 incluídos dentro del cuerpo del embrión. Comienza a nivel cefálico a partir de la membrana bucofaringea y termina a nivel caudal en la membrana cloacal. El intestino primitivo se divide en tres porciones: intestino anterior, intestino medio y el intestino posterior o caudal.

La membrana bocofaríngea cubre al estomodeo (boca primitiva) y la membrana cloacal al proctodeo (fosa anal). Del intestino anterior se originarán: faringe, esófago, esbozo laringotraqueal, estómago, primera porción del duodeno, parte craneal de la segunda porción del duodeno, hígado, vesícula biliar, vías biliares y páncreas. Del intestino medio se formarán: parte caudal de la segunda porción de duodeno, tercera y cuarta porción del duodeno, geyuno, ileon, ciego, apéndice vermiforme, colon ascendente, tercio derecho o proximal y tercio medio del colon transversal. Del intestino posterior derivarán: tercio distal o izquierdo del colon transversal, colon descendente, colon sigmoideos, recto, y tercio interno y tercio medio del conducto anal.

Tubo digestivo: Todos los segmentos del tubo digestivo se desarrollan a partir de la cuarta semana de la cubierta endodérmica del intestino anterior, medio y posterior y del mesenquima que rodea a cada uno de estas porciones del intestino embrionario. Anatómicamente, el tubo digestivo comprende desde la boca hasta el orificio anal.

Esófago: Este se puede identificar al inicio de la embriogénesis (4 SSG), el esófago se separa de la tráquea en desarrollo por los pliegues traqueoesofágicos que crecen en dirección cefálica; estos al unirse forman el tabique traqueoesofágico.

Del mesodermo esplácnico que rodea al esófago se forman las siguientes capas de la mucosa: la lámina propia y la muscular de la mucosa, así como la submucosa.

Estómago: Inicia su desarrollo a la 4 SSG. Durante la 5 SSG el estómago tiene un crecimiento asimétrico de sus paredes: crece más lento en su borde ventral para formar la curvatura menor y en su borde dorsal forma la curvatura mayor por un crecimiento más rápido. Al formarse las glándulas gástricas (10-12 SSG) estarán ya constituidas por células mucosas parietales y las endócrinas del estómago definitivo. Al rotar el estómago sobre su eje longitudinal, se desplaza y se alarga el mesogastrio dorsal hacia la izquierda, originando un espacio detrás del estómago llamado bolsa omental o epiploica. La rotación del estómago alrededor de su eje anteroposterior, hace que el mesogastrio dorsal se desplace hacia abajo y continúe creciendo como delantal.

este es el omento o epiploon mayor.

Duodeno: Comienza su desarrollo a principios de la cuarta semana. Como el intestino anterior es irrigado por la arteria celiaca y el intestino medio por la arteria mesentérica superior, el duodeno recibe ramas de las dos arterias. Este forma un asa en forma de Δ .

Alteraciones del duodeno: Estenosis duodenal, la cual es una obstrucción incompleta del duodeno y por lo tanto obstaculiza el paso de los alimentos por esta zona.

Yeyuno e ileon: El 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. En conjunto el yeyuno y el ileon miden aproximadamente de 6 a 7 m de largo y 2 a 4 cm de diámetro. La organogénesis del intestino delgado se completa a los 13 SDG. La interacción entre el epitelio endodérmico y el mesodermo esplácnico da origen a las vellosidades intestinales.

Colon ascendente, ciego y apéndice vermiforme Comienzan su desarrollo en la sexta semana a partir de la rama caudal del intestino medio. El diámetro del colon es muy estrecho en el periodo fetal, ya que su desarrollo esencial ocurre en el periodo postnatal.

Alteraciones: Atresia y estenosis intestinal, esta atresia es la obstrucción completa de la luz del intestino y la estenosis es el bloqueo parcial.

Intestino posterior: En la cuarta semana, el intestino posterior o caudal se inicia inmediatamente después de la implantación del conducto vitelino y termina en fondo de saco de la membrana cloacal. El colon del feto a las 9 a 10 SDG tiene un epitelio estratificado primitivo muy similar al del intestino delgado.

Cloaca: Es la porción terminal del intestino posterior; su cavidad está recubierta por células de origen endodérmico.

Esta se separa en dos porciones: una dorsal o posterior, el conducto anorectal y la otra ventral o anterior el seno urogenital. El tabique urorectal crece y se fusiona con la membrana cloacal, después de esta fusión la m. cloacal se divide en membrana anal (dorsal) y m. urogenital (ventral.)

Conducto anal: Está revestido por endodermo y se localiza en la fosa anal. Al final de la etapa embrionaria la membrana anal se rompe por muerte celular fisiológica, permitiendo la comunicación del recto con el exterior, a través de este conducto, el cual mide 30-35 mm.

Glándolas anexas: Son hígado y el páncreas, cuyos primordios se originan como evaginaciones del endodermo del intestino anterior y que se introduce en el mesenquima que los rodea, que será el responsable de completar el desarrollo de estas glándolas.

Hígado y vías biliares: Comienzan a desarrollarse a principios de la 4^{ta} SNG y se forman a partir del endodermo del intestino anterior y del mesodermo esplácnico del tabique transversal. En este momento en la pared ventral lisa de la porción distal del intestino anterior surge una pequeña evaginación, la yema o divertículo hepático, que es el precursor del hígado, la vesícula biliar y los conductos biliares. La vesícula biliar, se desarrolla de la parte caudal del divertículo hepático y el conducto cístico del tallo que une a la vesícula con el conducto hepático. Los hepatocitos ejercen múltiples funciones, incluyendo el metabolismo de diversas moléculas. La bilis se produce mediante la degradación de hemoglobina y la almacena en la vesícula biliar.

Páncrea: Inicia su desarrollo en la quinta semana a partir de dos brotes o yemas que derivan de la porción caudal del intestino anterior a nivel del duodeno. De la yema dorsal surge la parte superior de la cabeza del páncreas, su cuello, su cuerpo y su cola, todos ellos incluidos entre las dos capas del mesenterio dorsal. La yema pancreática ventral da lugar al proceso unciforme y a la parte inferior de la cabeza del páncreas. La parte endócrina del páncreas está formada por los islotes pancreáticos o de Langerhans, están compuestos por células B que secretan insulina (10 SNG) y células A que secretan glucagón. La parte exócrina del páncreas está formada por ácinos pancreáticos, los cuales secretan enzimas digestivas que son trasladados al duodeno a través de los conductos pancreáticos.

Alteraciones: Páncreas anular.

FORMACIÓN DE CARA Y CUELLO

Durante la cuarta semana, el tubo neural crece rápidamente y forma las vesículas encefálicas primarias, cuyo volumen lo convierte en el componente más voluminoso de la región craneofacial.

También en la cuarta semana, ventral al encefalo en desarrollo, se encuentra en la cara, constituida en este momento por una depresión más o menos central, el estomodeo, rodeado de varios relieves, los primordios faciales. Al fondo del estomodeo esta la membrana bucofaringea, que se rompe al final de esta cuarta semana dando acceso a la faringe primitiva. En conjunto, las vesículas encefálicas y la cara darán origen a la cabeza. Un poco más caudal, el cuerpo del embrión se estrecha ligeramente para construir la región cervical, futuro cuello del embrión, el cual esta rodeado ventrolateralmente por una serie de abultamientos y depresiones, el aparato faríngeo; por dentro de este aparato queda la faringe primitiva o porción cefálica del intestino primitivo.

A los primordios faciales y al aparato faríngeo llegan contribuciones importantes de células de la cresta neural, que en esta región se han desprendido del tubo neural aún antes de su cierre. Estas células de la cresta neural van a poblar la región craneofacial y cervical y junto con el mesodermo local darán lugar al tejido muscular, conectivo, esquelético y vascular de la región.

Algunas glándulas endócrinas importantes de nuestro cuerpo tienen origen de esta región con la contribución de estos mismos tejidos embrionarios y el endodermo que recubre la faringe primitiva.

Aparato faríngeo

El aparato faríngeo en el humano está formado por cinco arcos faríngeos y cuatro sorcos, bolsas y membranas faríngeas. Se forman en la región ventrolateral del cuello del embrión rodeando a la faringe primitiva y van apareciendo, en pares en sucesión cefalocaudal a partir de la cuarta semana. Participan en la formación de estructuras de la cara y el cuello y está constituido por mesodermo y células de la cresta neural.

Los arcos, bolsas, sorcos y membranas se forman en pares y al final de la cuarta semana pueden observarse con toda claridad en la superficie del embrión cuatro pares de arcos faríngeos, el humano habitualmente solo se forman cinco arcos faríngeos.

Arcos faríngeos

Se desarrolla al inicio de la cuarta semana en pares como elevaciones superficiales a los lados de la faringe primitiva, cada arco tiene un núcleo de mesenquima recubierto por ectodermo en su cara externa y endodermo en su cara interna. El mesenquima deriva del mesodermo paraaxial y lateral y de células de la cresta neural. Incluyendo en el mesenquima de cada arco tenemos un vaso sanguíneo o arco aórtico, un cartilago primordio muscular y un nervio.

- Primer par o arco mandibular (23 ± 1 día): Forma dos prominencias a los lados del estomodeo, proceso maxilar y mandibular.

- Segundo par o arco hioideo (24 ± 1 días): Contribuye a la formación del hueso hioides.

Derivados vasculares (Arcos aórticos)

Incluidos en el mesenquima de cada uno de los arcos faríngeos se encuentra una arteria la cual emerge del saco pulmonar y termina en algunas de las aortas dorsales: (1) arteria maxilar y parte de las arterias carótidas externas, (2) arterias hioideas y estapedias, (3) arterias carótidas comunes, arteria carótida interna. Del cuarto arco aórtico izquierdo se forma el segmento de cayado aórtico, mientras que del derecho se forma la arteria subclavia derecha.

Derivados musculares Del botón muscular de cada uno de los arcos faríngeos se formaran músculos estriados de la cabeza y el cuello.

Nervios de los arcos faríngeos: Estos nervios craneales inervan a los derivados musculares.

Bolsas faringneas: De la primera se origina la cavidad timpánica de la segunda bolsa se formaran las amígdalas y las fosas y criptas amígdalinas, de la tercera se forma la mayor parte del timo

Surcos faringeos: Separan por el exterior a los arcos aórticos, se firman cuatro.

Formación de la cara: Ocorre entre la cuarta y octava semana como resultado del desarrollo de cinco procesos faciales: el proceso frontonasal medial, los procesos maxilares (2) y los procesos mandibulares (2). El crecimiento de estos procesos depende de la proliferación del mesénquima, que está formado fundamentalmente por células de la cresta neural y por células de origen mesodérmico; para un adecuado desarrollo debe existir una estrecha interacción epitelio - mesenquima. La cara forma la superficie anterior de la cabeza, desde la frente del mentón, y de un pabellón auricular, hasta el otro. Se ha identificado que la molécula *Sonic Hedgehog* (Shh) es el organizador morfogenético de estos procesos. En la porción nasal del proceso frontonasal comienza a expresarse PAX-6 en dos engrosamientos ovales del ectodermo superficial, las placodas nasales que en ese momento son convexas al exterior y representan a los primordios de la nariz. Pronto estas placodas comienzan a invaginarse en su parte central formando una leve depresión la fovea nasal, primordio de la cavidad nasal, estas se profundizan y las placodas nasales proliferan una elevación, la parte medial da lugar a las prominencias nasales mediales, mientras que su parte lateral constituye las prominencias nasales laterales. entre estas prominencias y los procesos maxilares se forma el surco nasolagrimal, esto al final de la quinta semana, durante la sexta semana en el piso del surco nasolagrimal, el ectodermo se invagina y forma un cordón sólido que luego se separa de la superficie, se canaliza en interior y da lugar al conducto nasolagrimal.

En el transcurso de la séptima semana se forma el segmento intermaxilar el cual será determinante para la formación del paladar primario.

Cavidad nasal, cavidad bucal y formación del paladar: La cavidad nasal y bucal se desarrolla a partir de la cuarta semana y su morfogenénesis el ectodermo del estomodeo, el endodermo de la faringe primitiva y el mesenquima de la región que está formado por células de la cresta neural y el mesodermo. El paladar se desarrolla entre la quinta y la décimo segunda semana a partir del segmento intermaxilar y de los procesos palatinos laterales.

Nariz y cavidad nasal: La nariz es la primera porción del sistema respiratorio y contiene el sentido del olfato, está formado por

• la nariz propiamente dicha (parte visible que sobresale de la cara tiene raíz, vértice y dorso, narinas y alas de la nariz) y la cavidad nasal (esta recubierta por mucosas tiene un techo, un piso, una pared medial / tabique nasal y una pared lateral / cornetes nasales), que está dividida en cavidades derecha e izquierda por el tabique nasal, este tiene una parte ósea formada por la lamina perpendicular etmoides y el vomer, mientras que la pared cartilaginosa la conforma el cartilago del tabique, que es blando y móvil. La primera manifestación de la nariz es la formación de las placodas nasales, dos engrosamientos del ectodermo superficial en las porciones ventrolaterales de la prominencia frontonasal, en donde se expresa PAX-6.

Cavidad bucal: Esta formada por dos partes: El vestibulo bucal que es el espacio situado entre los dientes y las encías por un lado y los labios y las mejillas por el otro y también esta conformado por la cavidad bucal propiamente dicha que es el espacio entre las arcadas dentales superior e inferior; en su interior se abaja la lengua, lateralmente esta el paladar y atras esta la orofaringe. Los labios son pliegues musculofibrosos móviles que rodean la boca y la lengua es un órgano muscular móvil.

Glándulas del cuello: En la porción ventral del cuello se encuentran dos glándulas endocrinas de suma importancia para el funcionamiento del organismo: la glándula tiroides y las glándulas paratiroides y un órgano linfoide, el timo. En su desarrollo tendrán una contribución crucial de parte de las células de la cresta neural.

• **Glándula tiroides:** Se localiza en la parte anterior del cuello a nivel de las vertebrae C5 a T1, quedando parcialmente cubierta por los músculos esternotiroideos y esternohioides. Esta compuesta por los lóbulos derecho e izquierdo, unidos por una porción más estrecha, el istmo queda por delante de la laringe a nivel del segundo y tercer anillos traqueales. Comienzan a formarse a los 24 ± 1 días (4 SDG), entre la semana 14 y 18 comienza a producir tiroglobulina no yodada. Los genes involucrados en el desarrollo de la tiroides son los factores de transcripción tiroidea TTF-1, TTF-2 y PAX-8

• **Glándulas paratiroides y timo:** Las glándulas paratiroides son cuatro, pequeñas, aplanadas y de forma ovoidal, que se localizan en la cara posterior de la glándula tiroides, hay dos superiores y dos inferiores. Se originan del endodermo de las bolsas faringeadas

El timo es un órgano fundamentalmente linfoide, localizado en la porción inferior del cuello y la anterior del mediastino superior. Está formado por dos lóbulos situados por detrás del manubrio del esternón y por delante del pericardio fibroso. Esta constituido por una cápsula de tejido conectivo denso y un parénquima conformado por linfocitos T, células reticuloepiteliales y macrófagos. Tiene un papel importante en el desarrollo del sistema inmunitario.

DESARROLLO DEL 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 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 ello durante toda la gestación.

Entender el origen de las anomalías congénitas y la patología del sistema respiratorio es fundamental para conocer el desarrollo embrionario normal del pulmón. Un factor de riesgo para padecer EPOC es el antecedente de hábito tabáquico positivo y los componentes del humo del tabaco son los causantes del daño. Por otro lado, un factor genético asociado en el EPOC es la deficiencia de la $\alpha 1$ -antitripsina ($\alpha 1$ -AT) o inhibidor de la proteasa ($\alpha 1$ -PI); esta deficiencia suele asociarse con anomalías congénitas pulmonares o presentarse sola, como una causa rara de enfisema pulmonar.

Constitución morfológica definitiva 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 sus vías respiratorias inferiores (conformadas por la laringe, la tráquea, los bronquios, los bronquiolos y los alvéolos). El aire ingresa al organismo por las fosas nasales, pasa por la faringe y llega finalmente a la laringe. La laringe se conecta con la tráquea, que se bifurca en dos bronquios principales, a su vez divididos en tres bronquios secundarios en el pulmón derecho y dos bronquios secundarios en el izquierdo. Los bronquios secundarios o lobolares se sumergen en el tejido pulmonar, donde funcionan como un túnel hacia los alvéolos. Los bronquios secundarios se ramifican con el estímulo del factor de crecimiento de fibroblastos en bronquios segmentados, posteriormente en bronquiolos terminales, luego en bronquiolos respiratorios y finalmente, terminan en los alvéolos.

El tejido de sostén, originado del mesoderma espláncico, recubre todas las estructuras anatómicas a partir de los bronquios lobolares. Los dos pulmones, órganos de consistencia esponjosa se localizan en la caja torácica. Están formados por células derivadas del endodermo y del mesodermo. El intercambio gaseoso ocurre entre la membrana alveolocapilar, constituida por la pared alveolar y la pared del capilar pulmonar.

Morfogénesis del sistema respiratorio: Inicia su desarrollo en la cuarta semana y lo concluye en la infancia. La nariz y la cavidad nasal surgen del proceso frontonasal medial. La laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones se forman a partir del primordio respiratorio que se origina como una evaginación del intestino anterior. El sistema respiratorio comienza su desarrollo a la mitad de la cuarta semana, cuando en el piso del intestino anterior aparece la hendidura laringotraqueal, que se localiza en la línea media a la altura de la III, IV y VI bolsa faríngea. El epitelio que reviste la hendidura laringotraqueal se divide en tres porciones: cefálica, medial y caudal. La porción cefálica da lugar al epitelio que revestirá a la faringe; la porción media al epitelio que revestirá a la laringe; y la porción caudal presenta una evaginación que forma el esbozo respiratorio, este en su porción cefálica se alarga y se diferencia en la tráquea, los bronquios y los bronquiolos, mientras que en su porción caudal da lugar a los alvéolos.

Nariz y cavidad nasal: Se desarrolla de la porción lateral de la prominencia frontonasal, a partir de la cuarta semana. El mesenquima se origina de las crestas neurales. La primera manifestación de la nariz son las placodas nasales (Ectodermo superficial), son convexas, se deprimen en el centro y se transforman en foveas nasales (cóncavas) el mesenquima de sus bordes prolifera formando elevaciones cuyas ramas forman las prominencias nasales medial y lateral y entre ellas el saco nasal primitivo. El surco nasolagrimal separa los procesos maxilares de las prominencias nasales laterales.

Entre la 7 - 10 SSG las prominencias nasales mediales se fusionan entre sí para formar el segmento intermaxilar. Las prominencias nasales laterales darán origen a las alas de la nariz, mientras que de las nasales mediales surge la punta de la nariz y el tabique nasal.

Las foveas nasales se profundizan y forman los sacos nasales primitivos. Estos se unen entre sí y forman la cavidad nasal primitiva, en el fondo está la membrana buconasal o membrana de las coanas. Durante la 6 SSG la m. bucofaringea se rompe y comunica la c. bucal con la c. nasal, a través de las coanas primitivas. En las paredes laterales de la cavidad nasal se desarrolla los cornetes superior, medio e inferior y el epitelio olfatorio.

Laringe y epiglotis: Se forma en la 4 SSG. En este momento el primordio del sistema respiratorio está constituido por la hendidura laringotraqueal. El endodermo que recubre esta hendidura dará origen al epitelio y las glándulas de la laringe, tráquea y bronquios y al epitelio pulmonar, al final de la 4 SSG esta hendidura se profundiza y forma el divertículo laringotraqueal, este se alarga y forma la yema broncopulmonar. Se elonga el divertículo laringotraqueal forma 2 pliegues, estos se fusionan y forman el tabique traqueoesofágico, el cual separa el tubo laringotraqueal del intestino anterior. A los lados de la hendidura el mesenquima forma engrosamientos convirtiendo la hendidura en un orificio en forma T, la glotis primitiva. De los pliegues vocales se forman las cuerdas vocales, la tumefacción epiglótica, forma la epiglotis.

Tráquea, bronquiolos y pulmones :: Derivan del intestino anterior a nivel de la cuarta bolsa faríngea. A mitad de la 4 SSG aparece el surco laringotraqueal que separa un esbozo endodérmico del intestino anterior, el cual crece inmerso en el mesenquima esplácnico, este surco forma el primordio de la tráquea, los bronquios y los pulmones. Mientras el esbozo respiratorio crece longitudinalmente, interactúa con el mesodermo esplácnico que lo rodea, generando una porción cefálica y otra caudal; de la porción cefálica se originan la tráquea, los bronquios y los bronquiolos y de la caudal los alvéolos. En la 5 SSG las yemas bronquiales se alargan y dan lugar al primordio de los bronquios primarios, en la 6 SSG estos se subdividen en bronquios secundarios, en la 7 SSG cada bronquio se ramifica originando los bronquios terciarios o segmentarios. Hacia la vigésima cuarta semana se ramifican dando origen a los bronquios terciarios o segmentarios.

El epitelio que reviste desde la tráquea hasta los sacos alveolares se originan a partir del endodermo. El epitelio que se vuelve cúbico en los bronquiolos respiratorios se continúa en los sacos alveolares que están tapizados por neumocitos tipo I (células epiteliales escamosas) y tipo II (células epiteliales cúbicas).

En la pared de la tráquea, el mesodermo esplácnico desarrolla la lamina propia, la submucosa, el músculo liso y el cartilago hialino. Este cartilago está en forma de anillos incompletos que se completan con músculo liso hacia la región dorsal. A partir de los bronquiolos, el árbol bronquial carece de cartilago y está protegido por el estroma pulmonar.

Los pulmones comienzan su desarrollo en la 4 SSG con el esbozo respiratorio que se origina a partir de una evaginación endodérmica del intestino anterior y es rodeado por el mesenquima esplácnico.

Maduración pulmonar: Durante su desarrollo, los pulmones pasan por cuatro etapas de maduración: pseudoglandular, canicular, sacular y alveolar. Al finalizar la etapa canicular comienza a producirse el factor surfactante pulmonar, indispensables para el intercambio gaseoso en el pulmón durante la vida posnatal. Los genes involucrados en estos procesos para el desarrollo del pulmón son Hoxa-5, Hoxb-3, Hoxb-5 y Hoxb-6.

Etapas pseudoglandular: Entre 5 y 16 SSG. 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 hepatocito. Los túbulos están rodeados de tejido mesenquimático que hacia el final del período origina la formación de vasos sanguíneos paralelos a los conductos aéreos.

Etapa canicular: Se presenta entre las semanas 16 y 27 de gestación, hasta la semana 24 cada bronquiolo terminal se divide para formar dos o más bronquiolos respiratorios, que a su vez pueden dar origen y algunos sacos terminales o alvéolos primitivos. Los bronquiolos terminales y los incipientes alvéolos primitivos están tapizados por células cúbicas, precursoras de los neumocitos y al hacer contacto con los vasos capilares forman una membrana alveolocapilar y comienza la producción del factor surfactante pulmonar.

Etapa sacular: Comprende de la semana 26 al término de la gestación. Incrementan los sacos alveolares y adelgaza su epitelio, el cual está formado por células planas y cúbicas, separadas entre sí por medio de los tabiques. Los primeros en diferenciarse son los neumocitos tipo II que a su vez dan origen a los neumocitos tipo I. Los neumocitos tipo II se distinguen porque parte de sus organelos citoplasmáticos son los cuerpos lamelares que al final de la etapa aumentan en tamaño y número y que participan en la síntesis y secreción del factor surfactante.

Etapa alveolar: Es la etapa alveolar o posnatal ocurre la formación de las bolsas alveolares o alvéolos definitivos. Los alvéolos constan de paredes lisas revestidas por neumocitos I y II. Los lobulillos pulmonares son considerados como la unidad estructural básica del pulmón.

En el humano el factor comienza a producirse entre las semanas 24 y 28, en la semana 35 se han alcanzado niveles suficientes del surfactante y este comienza a secretarse por exocitosis y se distribuye por la superficie de los alvéolos para reducir la tensión superficial y facilita la expansión alveolar, lo que a su vez favorece el intercambio gaseoso.

Enfermedad por membrana hialina: Tiene su origen en la deficiencia del factor surfactante pulmonar y es muy frecuente sobre todo en los niños prematuros y en los hijos de madres diabéticas. El recién nacido que lo presenta es incapaz de insuflar los alvéolos, lo que origina atelectasia progresiva que lleva a la hipoxemia. La deficiencia de factor surfactante pulmonar son el daño del epitelio respiratorio (los neumocitos) y la inflamación pulmonar que conducen el deterioro de la función respiratoria.

DESARROLLO DEL SISTEMA UROGENITAL

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 L/24 hrs), la que es transportada por los uréteres hasta la vejiga, donde se almacena hasta su eliminación hacia la uretra, que la vierte hacia el exterior. El sistema urinario excreta productos de desecho del metabolismo (urea, creatinina, etc.), elimina productos de degradación y sustancias extrañas del organismo, controla el equilibrio ácido/base e hidroelectrolítico, regula el volumen del líquido extracelular y sintetiza renina, que participa en el control de la presión arterial y eritropoyetina, hormona que estimula la eritropoyesis. El sistema genital masculino está constituido por órganos sexuales primarios y secundarios, los primarios son las gónadas masculinas y los órganos sexuales accesorios están constituidos por tubos rectos, red testicular, conductillos eferentes, epididimo, conducto deferente, conducto eyaculador, próstata, glándulas seminales, glándulas bulbouretrales, uretra y pene. El sistema genital femenino está constituido por genitales externos que son la vulva a su vez está constituido por los labios mayores y menores, el clitoris y el vestíbulo vaginal, los genitales internos se ubican profundamente en la cavidad pelviana y están formados por los ovarios, trompas uterinas, útero y vagina.

Desarrollo del sistema urinario: Se origina 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 una evaginación de la porción caudal del conducto mesofrénico, el brote uretral y del mesodermo que lo rodea, el blastema metanéfrico. Las nefronas (unidad funcional del riñón) se forman del blastema metanéfrico, los uréteres del brote uretral y la vejiga y la uretra del seno urogenital. Al principio de la 4^{ta} SSG, entre los somites y el mesodermo lateral, la zona angosta del mesodermo intermedio dará lugar a la formación de órganos del sistema urogenital.

Derivados del gononefrotomo En el embrión humano se originan en forma sucesiva

Pronefros (Riñón primitivo): Es un sistema rudimentario que aparece en los embriones humanos al inicio de la cuarta semana alrededor del día 22. Está constituido por 7 a 10 pares de cordones celulares macizos o nefrotomos que se forman a expensas del mesodermo intermedio a la altura de los primeros somites.

Mesonefros (Riñón transitorio) Treinta unidades secretoras mesonefricas o nefronas primitivas se localizan en sentido cefalo-caudal, constituidas por un glomérulo y un túbulo que solo funciona en el embrión. Los glomérulos están formados por un ovillo de capilares con una estructura semejante a los de la nefrona definitiva. Las crestas urogenitales tienen una porción interna que deriva del gononefrotomo, el estozo gonadal, un epitelio de revestimiento y una porción externa donde se localiza el mesonefros.

Metanefros (Riñón definitivo) Se desarrolla alrededor del día 32 a partir del brote uretral y del blastema mesonefrico. El brote uretral dará lugar a las vías urinarias (ureter, pelvis renal, cálices mayores y menores y túbulos colectores) y el blastema metanefrogénico originará a las nefronas. En la 5 SSG los brotes uretrales manifiestan un importante crecimiento y sus extremos distales forman la pelvis renal. Los túbulos renales siguen alargándose y en la concavidad de uno de los extremos de la S crecen vasos capilares que originan los glomérulos.

La vascularización del riñón ocurre de manera sincrónica con la nefrogénesis por dos mecanismos:

- Vasculogénesis
- Angiogénesis

Vejiga y uretra: En la 5 SSG del desarrollo comienza la división de la cloaca. El seno urogenital se divide en:
- Porción vesical (superior) - Porción pélvica (media) y
- Porción fállica (inferior). La vejiga deriva del seno urogenital pero el trigono vesical surge del extremo caudal de los conductos mesonefricos. El urotelio de la vejiga proviene del endodermo del seno urogenital.

Desarrollo del sistema genital: 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, gonadal y fenotípica. La diferenciación cromosómica ocurre durante la fertilización, la gonadal da lugar a la formación de ovarios y testículos y la fenotípica al sistema de conductos, glándulas y genitales externos femeninos o masculinos.

Periodo diferenciado del desarrollo gonadal

- **Desarrollo del testículo:** En los fetos del sexo masculino los cordones sexuales primarios siguen proliferando profundamente hacia la región medular y se diferencian durante la 7^ª SG en cordones testiculares o medulares futuros túbulos seminíferos.

Sus células principales, los endocrinocitos intersticiales del testículo inician la síntesis y secreción de testosterona y androstenediona hacia la 8^ª SG.

- **Desarrollo del ovario:** En la 9^ª SG la gónada indiferenciada se transforma en ovario en ausencia de señales específicas de diferenciación testicular. El mesotelio ovárico, mal llamado "germinativo" está formado por una sola capa de células y aislado del parenquima ovárico en desarrollo por una tónica delgada y fibrosa, la tónica albugínea.

Genitales externos: En el periodo indiferenciado se desarrollan tres formaciones alrededor del orificio de la cloaca en embriones de ambos sexos, resultando imposible en este momento la diferenciación del sexo por inspección externa: eminencia cloacal, pliegues cloacales y eminencias genitales.

- **Masculino:** El tubérculo genital se alarga arrastrando consigo a los pliegues cloacales y constituyen el pene.

- **Femeninos:** El tubérculo genital sufre un alargamiento poco pronunciado dando origen al clitoris.

Desarrollo de las glándulas suprarrenales

Se originan en el mesodermo y de células de la cresta neural.

Inician su desarrollo en la sexta semana y lo terminan a los tres años de edad. Entre otras hormonas, producen andrógenos, cuyo aumento puede dar lugar a la masculinización de los genitales externos femeninos.

Referencia

Arteaga Martínez, G. P. (2013). Embriología humana y biología del desarrollo. Recuperado de 17 de Noviembre de G. P. Arteaga Martínez, Embriología humana y biología del desarrollo. México: Médica Panamericana