



Capítulo 9

DESARROLLO EMBRIONARIO PREOMÍTICO: LA TERCERA SEMANA

- Universidad del Sureste
- Medicina Humana
- Asignatura: Biología del Desarrollo
- Alumna: Gabriela Solórzano Ruiz
- Catedrático: Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

La gastrulación es el proceso en el que se establecen las tres capas germinales (ectodermo, mesodermo y endodermo) en el embrión.

La gastrulación comienza con la formación de la línea primitiva en la superficie del epiblasto. El nodo primitivo, consiste en una zona con elevación discreta a la que rodea la pequeña foseta primitiva. Las células del epiblasto migran hacia la línea primitiva. Al llegar a la región de la línea, adquieren configuración en forma de matriz.

El movimiento de hundimiento se conoce como invaginación. La migración y la determinación de las células están controladas por el factor de crecimiento de fibroblastos 8. Este factor de crecimiento **controla** el desplazamiento celular mediante la pérdida de la E-cadherina, una proteína de unión celular que normalmente, mantiene unida a las células del epiblasto. Tras invaginarse, algunas de estas células desplazan al hipoblasto, lo que da origen al endodermo embrionario, en tanto que otras se sitúan entre el epiblasto y el endodermo recién creado para constituir el mesodermo. Las células que formarán la notocorda, las células prenotocordales a través del nodo primitivo se desplazan en dirección craneal por la línea media hasta alcanzar la placa precordial, estas células prenotocordales se intercalan en el hipoblasto. Al tiempo que el hipoblasto es sustituido por células del endodermo que se invaginan a través de la línea primitiva, las células de la placa notocordal proliferan y se desprenden del endodermo, establecen entonces un cordón sólido de células, la **notocorda definitiva**. Las células de la notocorda y prenotocordales se extienden en sentido craneal hacia la placa precordial y en dirección caudal hacia la foseta primitiva.

La membrana cloacal se forma en el extremo caudal del disco embrionario, su estructura es similar a la de la membrana orofaríngea, está conformada por células ectodérmicas y endodérmicas en unión estrecha, sin que exista mesodermo.

El divertículo alantoentérico o alantoides, aparece alrededor del día 16 del desarrollo.

El establecimiento de los ejes corporales anteroposterior (A-P), dorsoventral (D-V) e izquierda-derecha (I-D), ocurre en una fase temprana de la embriogénesis y quizá inicie en fases tardías de la mórula o el blastocito, de los ejes A-P y D-V antes que la del eje I-D.

En la etapa del blastocito del eje A-P ya queda establecido y las células destinadas a formar el endodermo visceral anterior en el extremo craneal de la capa endodérmica del disco bilaminar migran hacia lo que se convertirá en la región cefálica. Una vez que se forma la línea, NODAL genera una regulación positiva de varios genes responsables de la formación del mesodermo dorsal y ventral, así como de estructuras de eje craneo-caudal.



Capítulo

DE LAS TERCERA A LA OCTAVA SEMANAS: EL PERIODO EMBRIONARIO

Handwritten signature

- Universidad del Sureste
- Medicina Humana
- Área de Biología del Desarrollo
- Alina: Gabriela González Ruiz
- Catedrático: Dr. Roberto Ruiz Ballinas

Se producen los melanocitos, también una vía ventral por la mitad anterior de cada somita para convertirse en ganglios sensoriales, en neuronas simpáticas y entéricas, en células de Schwann y en células de la medula suprarrenal. Estas células contribuyen a la formación del esqueleto craneofacial y también de neuronas de los ganglios craneales, célula de la glía, melanocitos y células de otros tipos.

Las proteínas **NOG** y **CHRD** regulan la inducción de las CCN.

En el periodo en que el tubo neural se cierra dos engrosamientos ectodérmicos bilaterales - las placodas óticas y las placodas del cristalino, se hacen visibles en la región cefálica del embrión.

* La capa germinal ectodérmica da origen a los órganos y estructuras que mantienen contacto con el mundo exterior:

✓ Sistema nervioso central

✓ Epitelio sensitivo del oído, la nariz y el ojo

✓ Sistema nervioso periférico

✓ Epidermis (Pelo y Uñas).

* Da origen a estructuras siguientes:

✓ Glándulas subcutáneas

✓ Glándula hipófisis

✓ Glándulas mamarias

✓ Esmalte de los dientes

* Derivados de la capa germinal mesodérmica

Las células de la capa germinal mesodérmica constituyen una lámina delgada de tejido laxo a cada lado de la línea media, constituyen una placa engrosada de tejido (mesodermo paraxial). La capa mesodérmica se conserva delgada y se conoce como placa lateral.

El mesodermo paraxial produce somitómeros, que dan origen al mesénquima de la cabeza y se organizan en somitas en los segmentos occipital y caudal.

El periodo embrionario o periodo de organogénesis tiene lugar entre la tercera y la octava semanas del desarrollo y es el periodo en el cual las tres capas germinales, ectodermo, mesodermo y endodermo, dan origen a distintos tejidos y órganos específicos.

Derivados de la capa germinal ectodérmica

El desarrollo de la notocorda y el mesodermo precordial hace que el ectodermo suprayacente se engrose y constituya la placa neural. Las células de la placa forman el neuroectodermo y su inducción representa el evento inicial en el proceso de la neurulación.

* Regulación molecular de la inducción neural

La señalización es mediada por el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), junto con la inhibición de la proteína morfogenética ósea 4 (BMP4) y el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β).

* Neurulación

Es el proceso por el cual la placa neural forma el tubo neural. Consiste en alargar la placa neural y eje corporal, existe un desplazamiento lateral a medial de las células en el plano del ectodermo y el mesodermo. Conforme la placa neural se alarga, sus bordes laterales se elevan para formar los pliegos neurales y la región medial hendidada constituye el surco neural. Los pliegos neurales se acercan uno a otro sobre la línea cervical (quinta somita) y prosigue en dirección craneo-caudal. Se forma el tubo neural.

* Células de las crestas neurales

Al tiempo que los pliegos neurales se elevan y fusionan, las células en el borde lateral o cresta del neuroectodermo comienzan a separarse. Las células de la cresta neural experimentan una transición epitelio-mesénquima mientras abandonan, por migración activa y desplazamiento, el término mesodermo las células que forman del epiblasto.

El mesodermo da origen al sistema vascular (corazón, arterias, venas, vasos linfáticos, todos los hematocitos y linfocitos).

Las células troncales hematopoyéticas definitivas derivan del mesodermo que circunda la aorta en un sitio cercano al riñón mesonéfrico en desarrollo y que se denomina región aortogonadomesonéfrica.

También da origen al sistema urogenital (riñones, gónadas y sus conductos). El bazo y la corteza de las glándulas supra-renales provienen del mesodermo.

* Derivados de la capa germinal endodérmica

El tubo digestivo es el sistema orgánico principal derivado de la capa germinal endodérmica. Esta capa germinal cubre la superficie ventral del embrión y constituye el techo del saco vitelino.

Se forman dos pliegues de la pared lateral del cuerpo, se movilizan en esa dirección para cerrar la pared ventral del cuerpo. Los pliegues de la cabeza, la cola y los dos laterales avanzan a dirección ventral.

La pared ventral del cuerpo se cierra por completo, excepto en la región umbilical, sitio en que permanecen unidos el pedículo de fijación y el saco vitelino.

† El endodermo da origen a estructuras como:

- Cubierta epitelial del aparato respiratorio
- Parénquima de las glándulas tiroideas y paratiroideas, hígado y páncreas
- Estroma reticular de las amígdalas y el timo
- Revestimiento epitelial de la vejiga urinaria y la uretra
- Revestimiento epitelial de la cavidad timpánica y el conducto auditivo.



Capítulo 11

DESARROLLO FETAL DE LA NOVENA SEMANA AL NACIMIENTO

- Universidad del Sureste
- Medicina Humana
- Asignatura: Biología del Desarrollo
- Alumna: Gabriela Solórzano Ruiz
- Catedrático: Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

• Pérdida tardía del embarazo

Es la interrupción de la gestación cuando el feto tiene ya 10 semanas o más.

Si ocurre entre las semanas 10 y 20 se considera aborto tardío y si ocurre de la semana 21 en adelante con un peso mayor de 500g, se considera nacimiento prematuro.

• Fisiopatología del aborto espontáneo

Los vasos sanguíneos de la decidua se rompen y se interrumpe el aporte sanguíneo. El útero se contrae, el orificio cervical se abre y el embrión/feto es expulsado del cuastro materno.

• **Amenaza de aborto**: Presencia de sangrado por vía vaginal.

• **Aborto inminente**: Contracciones uterinas dolorosas y progresivamente con sangrado moderado a grave y el cuello uterino dilatado con borramiento. La placenta es separada del endometrio y el embrión/feto vivo o muerto, permanecen dentro.

• **Aborto inevitable**: Ruptura de las membranas corioamnióticas, estando el cuello uterino dilatado o bien la paciente expulsó algún tipo de tejido con dilatación cervical.

• **Aborto difuso**: Retención prolongada del feto/embrión que murió durante la primera mitad de la gestación con una retención de 8 semanas o más no existe sangrado ni dolor y el cuello no presenta modificaciones.

• **Aborto incompleto**: Solo una parte del embrión/feto o sus anexos son expulsados del útero mientras el resto permanece dentro.

• **Aborto completo**: Han sido expulsados del útero la totalidad del embrión/feto y sus anexos. Cólicos, Hemorragia o coágulos.

• **Aborto séptico**: El embrión/feto y sus anexos están infectados.

• Características morfológicas fetales

Durante la etapa fetal, las características morfológicas cuantitativas son más importantes que las cualitativas para determinar la edad fetal, tanto in utero como los abortos espontáneos y en los nacimientos prematuros.

Semanas 17 a 20

Semana 9

Inicio de la etapa fetal y corresponde al final del segundo mes del desarrollo prenatal.

La cara es ancha, los ojos se aprecian moderadamente separados entre sí, párpados fusionados, cubriendo en su totalidad los globos oculares, la nariz se aprecia ya con claridad, pabellones auriculares bien conformados, miembros inferiores más cortos que los superiores.

Semana 10 a 13

Corresponde al tercer mes de desarrollo intrauterino y al final del primer trimestre del embarazo.

Los ojos alcanzan posición definitiva, características faciales menos burdas, no se aprecia el surco nasal medio longitudinal, miembros superiores casi alcanzan su proporción definitiva, embudo de las uñas, genitales externos identificables. La hematopoyesis es realizada por el bazo, y secreción de orina en la cavidad amniótica.

Longitud : 49 y 112 mm

Longitud del pie : 7.8 y 18 mm de longitud

Peso : 10.5 y 97.5 g

Semanas 14 a 16

Gran parte del cuarto mes del desarrollo intrauterino y durante él hay un crecimiento corporal muy rápido.

Uñas más largas, miembros superiores las uñas ocupan la mitad del lecho ungueal, miembros inferiores casi alcanzan su tamaño, orificio anal aun no está permeable, diferencias genitales más claras.

Longitud : 99 a 150 mm

Longitud del pie : 17.5 y 28.8 mm

Peso : 102.5 y 289 g

Semanas 17 a 20

Fin de la primera mitad del embarazo y es también un período de crecimiento intenso.

Aquí se forman las pestañas, cejas, miembros superiores e inferiores alcanzan sus proporciones relativas, grasa parda subcutánea, las uñas ya cubren el lecho ungueal, vermic caseosa lo rodea y lo protege del líquido amniótico y en las mujeres hay más folículos primordiales, se forma el útero y el canal de la vagina y en el caso de los hombres empiezan a bajar los testículos.

Longitud: 127 a 195 mm

Longitud del pie: 26.9 a 43 mm

Peso: 218.6 a 532 g

Semanas 21 a 25

Se alcanza la viabilidad fetal, es la capacidad del feto de sobrevivir fuera del útero materno en caso de que hubiera una interrupción del embarazo (espontánea o inducida).

Aquí ya hay un aumento importante del lecho capilar de la piel, en el pulmón ya existe una gran cantidad de vasos capilares. los neumocitos tipo II comienzan a secretar el factor surfactante pulmonar lo que permite distensión de bronquiolos y sacos terminales y una potencial capacidad de intercambio gaseoso.

Peso: 800 gramos



Capítulo 12

ANEXOS EMBRIONARIOS. ECOLOGÍA FETAL

- Universidad del Sureste
- Medicina Humana
- Asignatura: Biología del Desarrollo
- Alumna: Gabriela Solórzano Ruiz
- Catedrático: Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

1. La mayoría de los anexos embrionarios serán desechados durante el parto y el alumbramiento y solo persistirán algunas porciones que contribuirán a las estructuras corporales definitivas.

Amnios

El embrión / feto está en el interior de un saco, la cavidad amniótica, que está limitada por una delgada membrana, el amnios.

En la segunda semana (7-8 días) se forma la cavidad amniótica por un proceso de cavitación entre el epiblasto y el trofoblasto. Del epiblasto se desprenden unas células denominadas amnioblastos que proliferan y van tapizando el interior de las células del trofoblasto hasta formar una cúpula sobre la cavidad amniótica que da lugar a una delgada membrana conocida como amnios o membrana amniótica.

Líquido amniótico

1.º Origen. Al principio de la gestación, el líquido amniótico es producido por la membrana amniótica y los tejidos maternos, pasando desde la decidua a través de la membrana amniocoriónica.

2.º Cantidad. La cantidad de líquido amniótico aumenta lentamente, de forma que a las 10 semanas hay aproximadamente 30 ml, a las 20 semanas hay alrededor de 350 ml y a las 38 semanas entre 500 y 1000 ml.

3.º Circulación y absorción. El agua del líquido amniótico está circulando de forma constante y se calcula que al final de la gestación es cambiada totalmente cada 3hrs con una velocidad de recambio de 500 ml/h.

4.º Composición. Esto compuesto principalmente por agua (99%), sales inorgánicas, sales orgánicas, proteínas de origen materno y fetal, hidratos de carbono, grasas, enzimas, hormonas, células epiteliales fetales.

5. Importancia. Protege al feto de traumatismos externos, permite el crecimiento simétrico impidiendo la compresión del feto, actúa como una banda que protege de las infecciones y permite el desarrollo normal de los pulmones.

Saco vitelino

Comienza su formación en la segunda semana a partir de las células del hipoblasto, que se diferencia en el endodermo extraembrionario y tapizan la cavidad exocoelómica, formando una bolsa por debajo del hipoblasto. En la tercera semana, el saco vitelino está conformado por endodermo extraembrionario recubierto por fuera por mesodermo extraembrionario. Así surgen los islotes sanguíneos que formarán vasos y las primeras células hematopoyéticas en su interior. Igual en esta semana en el mesodermo extraembrionario del saco vitelino y cerca de la base de la alantoides, se originan las células germinales primordiales, que migran a las gónadas en desarrollo para diferenciarse en las ovogonias o las espermatogonias.

Alantoides

Se forma al inicio de la cuarta semana como una evaginación en la porción caudal del saco vitelino, queda como una evaginación del intestino posterior y se introduce en el pedículo de fijación. Del pedículo de fijación se origina el cordón umbilical y el mesodermo de la alantoides contribuye a la formación de los vasos umbilicales.

Durante el segundo mes, la porción extraembrionaria de la alantoides degenera y la porción intraembrionaria forma un tubo, el oraco, que conecta la vejiga urinaria con la salida del cordón umbilical. El oraco da lugar a un **coracón** fibroso que une a la vejiga urinaria con el ombligo, el ligamento umbilical medio.

Códon

Recubre el saco coriónico, cavidad que queda dentro del citotrofoblasto y que en su interior contiene en su interior el disco embrionario, la cavidad amniótica y el amnios, el saco vitelino, el celoma y el mesodermo extraembrionario, así como el pedículo de fijación.

Surge durante la segunda semana del desarrollo, al mismo tiempo que ocurre la implantación del blastocito en el endometrio uterino.

Se deriva del citotrofoblasto, el citotrofoblasto y el mesodermo extraembrionario

Vellosidades coriónicas

Al final de la segunda semana, en la superficie externa del saco coriónico, las células del citotrofoblasto proliferan formando unos acúmulos celulares que se proyectan hacia el citotrofoblasto, denominadas vellosidades coriónicas.

Para la cuarta o quinta semana cubren totalmente el saco coriónico.

• **Vellosidades coriónicas primarias**: Se forman por proliferación de las células del citotrofoblasto bajo la inducción del mesodermo extraembrionario somático.

• **Vellosidades coriónicas secundarias**: Surgen cuando en el interior de la vellosidad primaria aparece un centro de mesénquima que se origina del mesodermo extraembrionario.

• **Vellosidades coriónicas terciarias**: Una vellosidad coriónica pasa de secundaria a terciaria cuando en su centro de mesénquima se forma los vasos sanguíneos coriónicos. Esto sucede al finalizar la tercera semana.

Placenta

Es el órgano encargado de realizar el intercambio principal entre la sangre materna y la del embrión/feto. Morfológicamente, la placenta tiene una **cara materna** y una **cara fetal**. La cara materna de la placenta es la que está en contacto con el útero. La cara fetal de la placenta, es la que está hacia el lado del feto.

Corresponde a la capa funcional del endometrio durante el embarazo y que se desprende del útero después del nacimiento.

El endometrio se transforma en decidua poco después de la implantación y es por un cambio en las células del estroma del endometrio que aumentan de tamaño, porque se acumulan glucógeno y lípidos.

Desarrollo y estructura de la placenta:

La placenta se desarrolla del corion frondoso y de la decidua basal y tiene varias partes:

• **Placa citotrofoblástica.** Capa de células del citotrofoblasto que está en contacto con la decidua basal y que se forma porque el citotrofoblasto penetra la capa de sincitiotrofoblasto.

• **Tabiques placentarios.** Surgen de la decidua basal y se proyectan hacia el interior de la placenta.

• **Placa coriónica.** Constituye la superficie fetal de la placenta y está formada por el mesenquima originado del mesodermo extraembrionario, el citotrofoblasto y el sincitiotrofoblasto.

• **Vellosidades coriónicas.** Están formadas por el sincitiotrofoblasto.

Circulación placentaria:

En la circulación placentaria contribuyen tanto la circulación fetal, para llevar la sangre del feto a los capilares de las vellosidades coriónicas, como la circulación materna.

Circulación placentaria fetal. La sangre desoxigenada sale del feto a través de los **arterias umbilicales** (dos) hacia la placenta.

Circulación placentaria materna. La sangre materna entra al espacio intervilloso a través de las **arterias endometriales espiraladas** (de 20 a 100), que se localizan decidua basal.



UDS

Capítulo 15

DESARROLLO DE LAS CAVIDADES CORPORALES

- Universidad del Sureste
- Medicina Humana
- Asignatura: Biología del Desarrollo
- Alumna: Gabriela Solórzano Ruiz
- Catedrático: Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

Formación del cuerpo intraembrionario

El desarrollo de las cavidades corporales comienza al inicio de la cuarta semana con la formación de una cavidad llamada celoma intraembrionario, cuya forma se asemeja una herradura.

Proporcionará el espacio necesario para el desarrollo y movimiento de los órganos en formación.

El mesodermo de la placa lateral participa en la formación al dividirse en 2 hojas.

• Una capa parietal - mesodermo somático -> adyacente al ectodermo superficial y continúa con la capa del mesodermo extraembrionario que recubre al amnión.

Cavidad corporal primitiva

• Consiste de una flexión o doblez en la porción ciliar del embrión y dos lamina laterales, cuyos extremos se comunican con el mesodermo extraembrionario en los laterales del disco embrionario, en la futura región umbilical.

Esta comunicación es importante ya que a través de ella ocurre la herniación normal del intestino medio hacia el cordón umbilical a principios de la sexta semana.

En este momento la cavidad peritoneal es insuficiente por el tamaño grande del hígado y riñones.

A finales de la cuarta semana, el celoma se organiza en 3 regiones:

- Cavidad pericárdica
- Dos conductos pericárdicos peritoneales
- Una cavidad peritoneal

Hoja somática Formará la capa parietal de las membranas serosas de la **cavidad pericárdica** (pericardio fibroso), los conductos pericárdicos peritoneales (pleura parietal y la cavidad peritoneal (peritoneo parietal).

Hoja esplácnica Formará la capa visceral de las membranas serosas del corazón (pericardio visceral o epicardio), los pulmones (pleura visceral) y varios órganos abdominales (peritoneo visceral).

Peritoneo visceral es una segunda capa de peritoneo que comienza como una prolongación del peritoneo visceral que cubre un órgano.

Se origina a partir de las hojas somática y visceral del mesodermo lateral.

Conecta los órganos a la pared corporal y a través de él discurren los

los vasos sanguíneos y nervios.

Inicialmente tiene dos mesenterios

Dorsal, los arterias que irrigan el intestino anterior, intestino medio e intestino posterior.

Ventral, desaparece pronto, por lo que solo en la región caudal del intestino anterior, en el primordio del estómago y la porción proximal del duodeno.

Forma de la pared

Se forma cuando finaliza el proceso de plegamiento del embrión durante la cuarta semana gracias al desarrollo de los pliegues laterales del tubo embrionario.

Mientras ocurre el plegamiento el mesodermo lateral se desdobra y forma dos capas:

• **Mesodermo esplácnico**, formado con el endodermio la esplacnopleura, contribuyendo al recubrimiento de las vísceras del cuerpo.

• **Mesodermo somático**, en conjunto con el ectodermio da lugar a la pared ventrolateral y la capa parietal de las cavidades corporales (pericárdica, pleural y peritoneal).

La esplacnopleura y somatopleura son placas epiteliales

Durante su desarrollo se lleva a cabo una **transición epitelio-mesenchimática**, que permite que una célula epitelial polarizada cambie hacia un fenotipo celular mesenchimático, con una mayor capacidad migratoria. Participan en la formación de tejido conectivo de la pared corporal (somatopleura) a la vez que en la de angioblastos, progenitores de células hematopoyéticas y cardíacas (esplacnopleura).

Formación del celoma intraembrionario

Formación del celoma intraembrionario en cavidad pericárdica, cavidades pleurales y cavidad abdominal tiene lugar cuando se forman las membranas pleuropericárdicas y el diafragma

Membranas pleuroparietales y pleuroperitoneales

La separación entre las cavidades pleurales y la cavidad peritoneal

Crestas membranosas

- Una **membrana pleuropericardíaca** - superior a los pulmones en desarrollo -
- Una **membrana pleuroperitoneal** - inferior a los pulmones.

Conforme crecen los pulmones hacia los conductos pericardio peritoneal (folios pleurales), las membranas se van expandiendo ventralmente alrededor del corazón y se extiende dentro de la pared corporal, dividiendo al mesenquima en

• Una **capa externa** convertida a la pared torácica.

• Una **capa interna** - constituirá el pericardio fibroso - la capa externa del saco pericárdico que envuelve al corazón.

Crecerán a cada lado y finalmente se encontrarán entre sí.

Las membranas pleuroparietales, durante la sexta semana se fusionan entre el mesenterio dorsal.

Desarrollo del diafragma

Principal músculo inspiratorio en forma de cúpula que separa la cavidad torácica de la abdominal.

Se desarrolla a partir de 4 elementos embrionarios

• **Talique transverso**, compuesto por tejido mesodérmico - forma el primordio del centro tendinoso

• **Membranas pleuroperitoneales**, porciones laterales del diafragma

• **Mesenterio dorsal del esófago**, pilares del diafragma

• **Músculo de la pared lateral corporal**, porción muscular (como costodiaphragmáticos):

Origen postular e inervación

• **Durante la cuarta semana** El talique transverso se sitúa a nivel cervical

• **Durante la quinta semana**, los miotomas migran hacia el diafragma en desarrollo, llevando consigo sus fibras neurales, que darán origen a los nervios frénicos.

• **Hacia la sexta semana**, el diafragma se ubica a nivel de las costillas torácicas

• **Comienzo de la octava semana**, se localiza a nivel de la primera vértebra lumbar.