



Universidad del sureste

Biología del desarrollo

Asesor: QFB. Marco A. Gordillo

- 1. Desarrollo embrionario de placenta, funciones y tipos**
- 2. Desarrollo de la histogénesis (derivados ectodermicos, endodérmicos, mesodérmicos)**

Alumno: Noé Agustín Nájera Zambrano

Medicina humana

La placenta es un órgano que tiene como papel fundamental la comunicación entre la madre y el embrión/feto durante la gestación. Se desarrolla de los tejidos extraembrionarios del saco gestacional y los tejidos endometriales de la madre.

Se le describen dos caras, una materna y una fetal.

Funciones de la placenta

La placenta realiza el intercambio fisiológico entre la madre y el embrión o feto. El intercambio gaseoso es la función esencial de este órgano, seguida por la absorción de nutrientes y la excreción de productos de desecho.

La difusión facilitada mediante proteínas transportadoras se utiliza para mover a la glucosa. Los iones de potasio, de sodio y de cloro lo hacen a través de canales iónicos por medio del transporte activo y la pinocitosis se utiliza para mover a las proteínas.

- a) Transporte placentario Nutrientes: De la madre al feto por medio de la placenta se transporta el agua, la glucosa, los aminoácidos, los ácidos grasos, las vitaminas, el calcio, el magnesio, el fósforo y el yodo; a diferencia del colesterol, los triglicéridos, los fosfolípidos y los ácidos grasos libres que no logran pasar o lo hacen en cantidades muy pequeñas

Hormonas: las hormonas tiroideas maternas que contribuyen al desarrollo del sistema nervioso central durante el primer trimestre, así como las hormonas esteroideas; en cambio las hormonas protéicas no logran transitar con facilidad y necesitan un transporte específico, la insulina logra transportarse solo al final del embarazo.

Anticuerpos: La IgG es la única inmunoglobulina que logra traspasar la barrera placentaria, esta le brinda al feto cierta inmunidad, protegiéndolo contra enfermedades como el sarampión y la difteria.

Productos de desecho: urea, bilirrubina, ácido úrico, etc.

Fármacos, drogas y sustancias tóxicas: la mayoría atraviesan fácilmente la membrana placentaria por difusión simple, pero su capacidad de transporte dependerá principalmente de su naturaleza química. La mayoría generan alteraciones en el desarrollo del producto.

Agentes infecciosos: afortunadamente no todos logran atravesar la membrana placentaria, algunos ejemplos de los que sí lo logran son los responsables del síndrome TORCHZ.

- b) Producción hormonal Las hormonas que sintetiza y secreta la placenta son:

Progesterona: al final de cuarto mes, entre las semanas 9 y 12, la placenta produce progesterona en cantidad suficiente para mantener la gestación cuando el cuerpo lúteo degenera, por lo que la placenta reemplaza al cuerpo lúteo en la producción de la misma.

Estrógenos: la placenta sintetiza y secreta hormonas estrogénicas, como la estrona, el estriol y el 17- β -estradiol principalmente, en cantidades cada vez mayores, aún a finales de la gestación, momento donde alcanzan sus concentraciones máximas y contribuyen al crecimiento del útero y de la glándula mamaria.

Gonadotropina coriónica humana (HCG): glucoproteína sintetizada por el sincitiotrofoblasto desde la segunda semana del desarrollo y alcanza su nivel máximo en la octava semana y después va disminuyendo. Promueve el crecimiento de la placenta y el desarrollo de la glándula mamaria, le da al feto prioridad sobre la glucosa sanguínea materna y en cierto grado es diabética para la madre.

Corticotropina coriónica: hormona proteica cuya función no es bien definida pero se cree que participa en la regulación de los niveles de glucocorticoides. Tirotropina coriónica: glicoproteína que estimula la secreción de las hormonas tiroideas maternas para regular su metabolismo.

Antes de la implantación el trofoblasto empieza a producir estripsina que provoca la perforación de la zona pelúcida, dando lugar a la salida o eclosión del blastocisto; una vez que esto pasa se secreta la colagenasa, la estreptomelisin y el activador de plasminógeno, facilitando la primera fase de la implantación.

Trofoblasto

El trofoblasto es el epitelio precursor de la placenta, el primer componente del sistema de estructuras extraembrionarias, es una capa de células que rodean al blastocisto. La capacidad de invasión del trofoblasto hace posible la implantación. Diferenciación del trofoblasto En el 8º. día después de la fecundación y después de la implantación, las células del trofoblasto comienzan a proliferar con rapidez formando dos capas: el citotrofoblasto o trofoblasto de las vellosidades, que son una capa de células bien definidas del que surgen las vellosidades coriónicas, y el sincitiotrofoblasto o trofoblasto extravellositario, que es la capa acelular multinucleada que migra al interior de la decidua y el endometrio rompiendo la vasculatura materna. Las células del citotrofoblasto son las células que originan el sincitiotrofoblasto que es el componente secretor principal de la placenta.

En el día 9 ± 1 el epitelio endometrial se empieza a regenerar y los espacios lacunares comienzan a unirse formando redes lacunares.

En el exterior del embrión en formación, el citotrofoblasto empezará a desarrollarse a un ritmo acelerado que le permitirá formar conjuntos celulares que invadirán al sincitiotrofoblasto, y esta proliferación dará lugar a las vellosidades coriónicas. Su formación será inicialmente lenta, sin embargo, hacia la 5ª. semana, su invasión logrará un alcance uniforme en toda la periferia del corión, adquiriendo una forma similar a un helecho o coral. Las vellosidades cambian su morfología de acuerdo a su etapa de desarrollo, pues deben tener características específicas para poder ser funcionales, de ahí que tienen que distinguirse tres tipos de ellas:
Vellosidad Primaria: Son pequeñas prolongaciones formadas de citotrofoblasto y bordeadas externamente por el sincitiotrofoblasto, al cual irán invadiendo conforme crezcan. Vellosidad Secundaria: Citotrofoblasto + sincitotrofoblasto + Mesénquima Son las vellosidades en expansión conformadas por citotrofoblasto, las cuales ahora cuentan también con una región central formada por mesénquima y en su exterior sigue estando rodeada por sincitiotrofoblasto

. Vellosidad Terciaria: Citotrofoblasto + sincitotrofoblasto + Vasos sanguíneos coriónicos. Estas son vellosidades secundarias que evolucionan a terciarias en el momento en que aparecen en su región central vasos sanguíneos coriónicos derivados del mesénquima. Ésta es la única vellosidad morfológicamente madura, lista para ser funcional

La formación del sistema nervioso está dada por una serie de procesos altamente especializados, con algunos aspectos por aclarar aún. Su origen es la capa ectodérmica, la cual se encuentra bajo la influencia de diversas señales moleculares que definen su identidad. De esta manera se establece el ectodermo neural, preplacodal o las CCN y así sus diversos derivados. Diferentes clases de moléculas de señalización están implicadas en la inducción de las diferentes estructuras nerviosas craneales, y entre

ellas las moléculas más importantes son SHH, BMP, factor de crecimiento de fibroblastos (FGF) y WNT.

La **organogénesis** es el conjunto de cambios que permiten que las capas embrionarias (ectodermo, mesodermo y endodermo) se transformen en los diferentes órganos que conforman un organismo.

La embriología humana, define como organogénesis el período comprendido entre la tercera a la octava semana de desarrollo. En esta etapa (3ª semana), primero se produce el paso de embrión bilaminar a trilaminar (gastrulación); dando lugar a el ectodermo, el mesodermo y el endodermo embrionario. Estos a su vez, en las siguientes semanas, se diferenciarán y especializarán dando lugar a los diferentes órganos del cuerpo, cuyos esbozos quedarán conformados antes del tercer mes de gestación (período fetal).

El período de organogénesis corresponde a la etapa más delicada y en el que las influencias externas van a producir mayores consecuencias adversas, al condicionar el buen desarrollo de los diversos órganos del cuerpo humano.

Ectodermo

El ectodermo una de las tres capas germinales del embrión, y la primera en formarse. Se forma durante la fase de blástula. De él surgirán el endodermo y el mesodermo durante la gastrulación.

Emerge primero del epiblasto durante la gastrulación y forma la capa externa de las capas germinativas.

De forma general, el ectodermo se diferencia para formar el sistema nervioso (médula espinal, nervios periféricos y cerebro), el esmalte dental y la epidermis (las partes externas del integumento). También forma el revestimiento de la boca, ano, fosas nasales, glándulas sudoríparas, pelo y uñas

Partes del ectodermo

En los vertebrados, el ectodermo puede formarse por invaginación (formación del repliegue de una membrana, capa de tejido u hoja blastodérmica que se dirige hacia el interior de una pared intestinal) o epibolia (los micrómeros o pequeños blastómeros se multiplican rápidamente y se sitúan rodeando a los macrómeros o blastómeros grandes) y se divide en tres partes: ectodermo externo (o ectodermo superficial), cresta neural y tubo neural. Las dos últimas también se conocen como neuroectodermo.

Ectodermo externo

El ectodermo externo se diferencia en los tejidos epiteliales:

- Pelos.
- Uñas.

- Plumas.
- Cuernos.
- Pezuñas.
- Boca y epitelio de la cavidad nasal.
- Córnea.
- Glándulas de la piel.
- Glándulas mamarias.

Y las glándulas anexas a ésta (por ejemplo: las sudoríparas) así como las mucosas de las aberturas naturales del cuerpo (cavidad bucal, fosas nasales, etc).

También forma el epitelio de revestimiento y glandular de: tubo digestivo, hígados, vías biliares y páncreas; vías respiratorias; vesícula, uretra y próstata; tiroides, paratiroides y timo.

Células de la cresta neural

A partir de la cresta neural se forman los melanocitos, el sistema nervioso periférico, el cartílago facial y los dientes, y las células de las líneas germinales de ovocitos y espermatozoides.

Tubo neural

El tubo neural se diferencia en diferentes tejidos del sistema nervioso central, formado por engrosamiento y hundimiento de la línea media longitudinal del ectodermo.

- Cerebro (romboencéfalo, mesencéfalo y prosencéfalo).
- Médula espinal y nervios motores.
- Retina.
- Neurohipófisis.

Mesodermo

El mesodermo es una de las tres hojas embrionarias o capas celulares que constituyen el embrión. Su formación puede realizarse por enterocelia o esquizocelia a partir de un blastocisto en el proceso denominado gastrulación.

Endodermo

El endodermo es la capa de tejido fetal más interna y delgada de las tres capas en las que se divide los tejidos del embrión animal (o capas germinativas).

Dependiendo del grupo animal, las células embrionarias se pueden diferenciar en dos (animales diblásticos) o en tres (triblásticos) capas germinativas.

A lo largo del proceso de la organogénesis la forma de las células que forman el endodermo van variando. Inicialmente observamos una forma aplanada, mientras que hacia el final del proceso las células adquieren forma columnal.

Al tratarse de una de las capas con más antigüedad evolutiva en la diferenciación embrionaria de los seres vivos, de ella provienen muchos de los órganos más importantes para la supervivencia del organismo.

Del endodermo derivan, entre otros:

- El tubo digestivo y sus glándulas anexas.
- El revestimiento interior de algunos órganos, como los pulmones.
- Tejido nervioso; epidermis y sus derivados (pelo, cabello, uñas, esmalte dental).
- Glándulas del tracto gastrointestinal y órganos gastrointestinales asociados como el hígado, la vesícula biliar y el páncreas.
- Epitelio o tejido conectivo que rodea: las amígdalas, la faringe, la laringe, la tráquea, los pulmones, y el tracto gastrointestinal (menos la boca, el ano, y parte de la faringe y el recto; que provienen del ectodermo).
- También forma el epitelio de la trompa de Eustaquio y la cavidad timpánica (en el oído), la vagina y la uretra.
- Vejiga urinaria.
- Saco vitelino.
- Alantoides.

En el inicio de la organogénesis, la diferenciación entre el embrión y el líquido exterior divide el endodermo en dos partes: el endodermo embrionario y extraembrionario.

Endodermo embrionario

Como su nombre nos indica, esta parte del endodermo es precursora de las estructuras en el interior del embrión.

Entre sus funciones más importantes tenemos que, junto con el mesodermo, se encargan de la formación de la notocorda. Esta determina los ejes del embrión, pero también induce el plegamiento del endodermo. El surco intestinal se invagina y acabará formando el tubo intestinal.

Endodermo extraembrionario

Corresponde a la parte del endodermo que se queda fuera del embrión y que conforma el saco vitelino.

Ejes de crecimiento

El desarrollo de las extremidades se da en 3 procesos: la morfogénesis, el crecimiento y el patterning. Cada extremidad tiene polaridad para diferenciar a los ejes de crecimiento (PD, AP, DV).

Genes HOX y ácido retinoico

Las extremidades en humanos se empiezan a desarrollar los 4 días de gestación en primordios.

El patterning de las extremidades depende de interacciones célula - célula y podemos distinguir dos regiones organizadoras cruciales:

- El Apical ectodermo Ridge (AER): Permite la regionalización del eje Medio - Distal (PD).

- La Zone of Polarizing Activity (ZPA): Permite la regionalización del eje Antero - Posterior (AP).

Los genes Hox tienen una gran importancia en la organogénesis ya que especifican dónde se originaron las extremidades. Estos genes confieren identidad y instruyen en el mesodermo la formación del primordio. El ácido retinoico tiene un papel muy importante en la expresión de los genes Hox y el bloqueo de este inhibe la formación de las extremidades. Cuando los genes Hox se encuentran sobreexpresados o inactivados por mutaciones se pueden desarrollar estructuras corporales en el lugar erróneo.

Una vez reconocido el territorio, FGF10 se secreta en el mesodermo lateral e induce la formación del primordio de las extremidades. La identidad de las extremidades viene dada por la expresión de TBX (Tbx5 por el ala en el caso de la mosca y Tbx4 por la pata)

La generación del eje próximo-distal

La zona de progresión o progress zone (PZ) actúa como información posicional para explicar qué células se desarrollan en la extremidad y está justo por debajo del Apical ectodermo Ridge (AER) que mantiene las células en un estadio proliferativo. Por lo tanto, sin la AER se reduce el crecimiento y obtienen extremidades truncadas donde faltan las partes distales. Mientras las células se van dividiendo se interpretando la información de la AER. Este envía señales al mesodermo. La molécula de FGF desencadena una vía de señalización que activa / desactiva los genes. El patterning especifica por un gradiente dual de RA y FGF. Si añadimos FGF distalizamos y si añadimos RA proximalizamos.

La especificación del eje antero-posterior

La zona de actividad polarizada (ZPA) es una región con propiedades señalizadoras. La ZPA puede especificar la posición AP produciendo un morfógeno difusible, la concentración de morfógeno puede especificar las células a lo largo del eje AP. Shh (Sonic Hedgehog) es una proteína expresada en el SHH y es el candidato para ser el morfógeno; define un gradiente por los dedos, si hay mucho los dedos serán pequeños y si hay poco los dedos serán grandes. Hay que tener presente que la expresión ectópica de Sonic Hedgehog en la extremidad anterior debido a polidactilia.

Eje dorsiventral

El ectodermo controla el DV, las plumas y los pelos de la parte dorsal. La separación del dígito se forma por apoptosis de la membrana interdigital.