




- *Nombre del Alumno: Genesis Alyed Hernandez Martinez*
- *Nombre del tema: Formación de las capas y sus primeros derivados*
- *Parcial: 4*
- *Nombre de la Materia: Biología del desarrollo*
- *Nombre del profesor: Dr. Guillermo del solar villareal*
- *Nombre de la Licenciatura: Medicina Humana*
- *Semestre: 1*

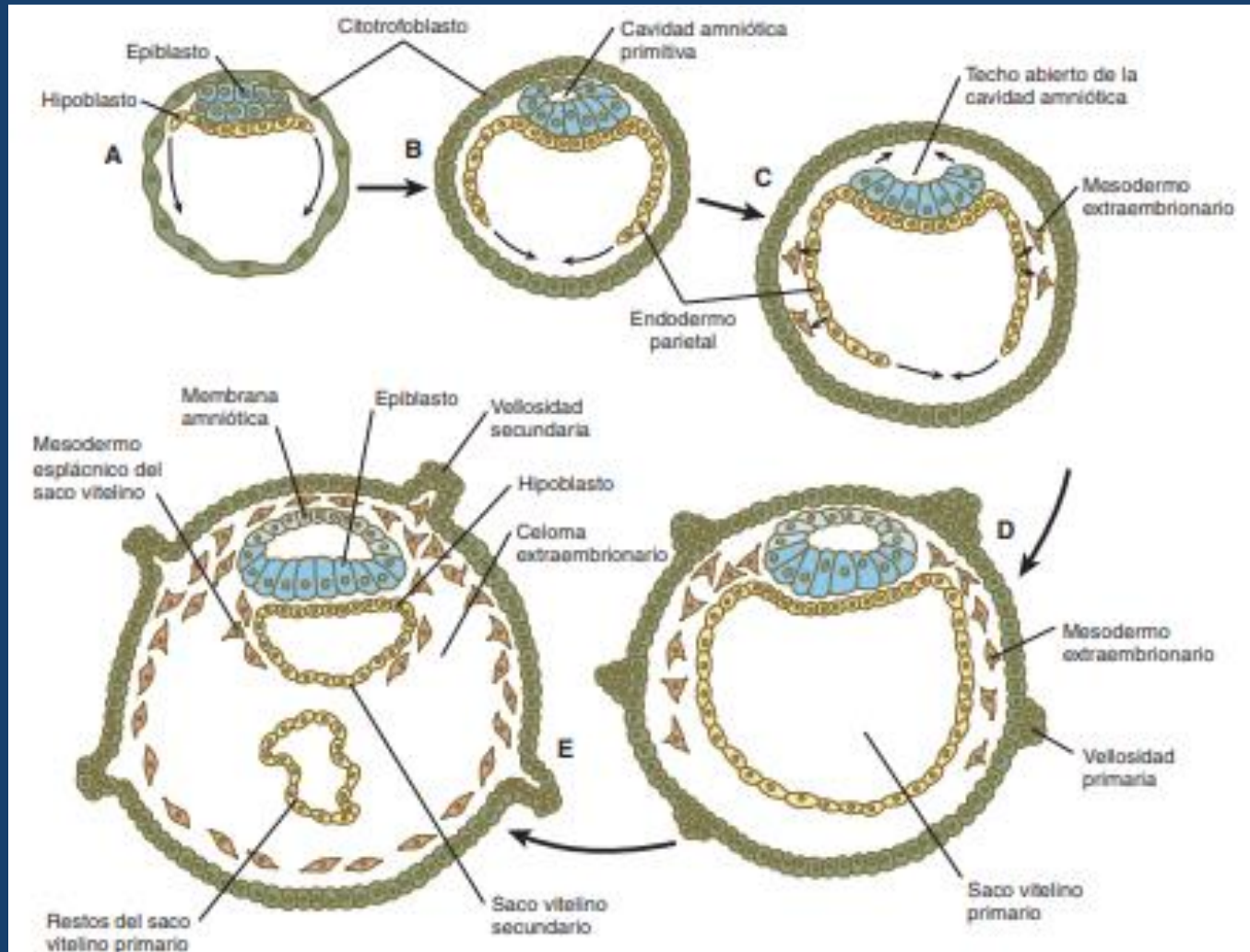
INTRODUCCIÓN

Continuando con el plan de estudio de la materia de biología del desarrollo, el tema que a continuación se presenta es el de formación de las capas y sus primeros derivados, recordando que a medida que se implanta en la pared uterina, el embrión sufre modificaciones profundas en su organización, hasta el momento de la implantación, por lo cual dichos temas mencionados en la presentación son correspondientes al siguiente proceso de crecimiento del embrión, tales como el estadio de disco bilaminar, gastrulación y formación del disco embrionario trilaminar, regresión de la línea primitiva, notocorda y placa precordial, inducción del sistema nervioso, formación inicial de la placa neural.



FORMACIÓN DE LAS CAPAS Y SUS PRIMEROS DERIVADOS

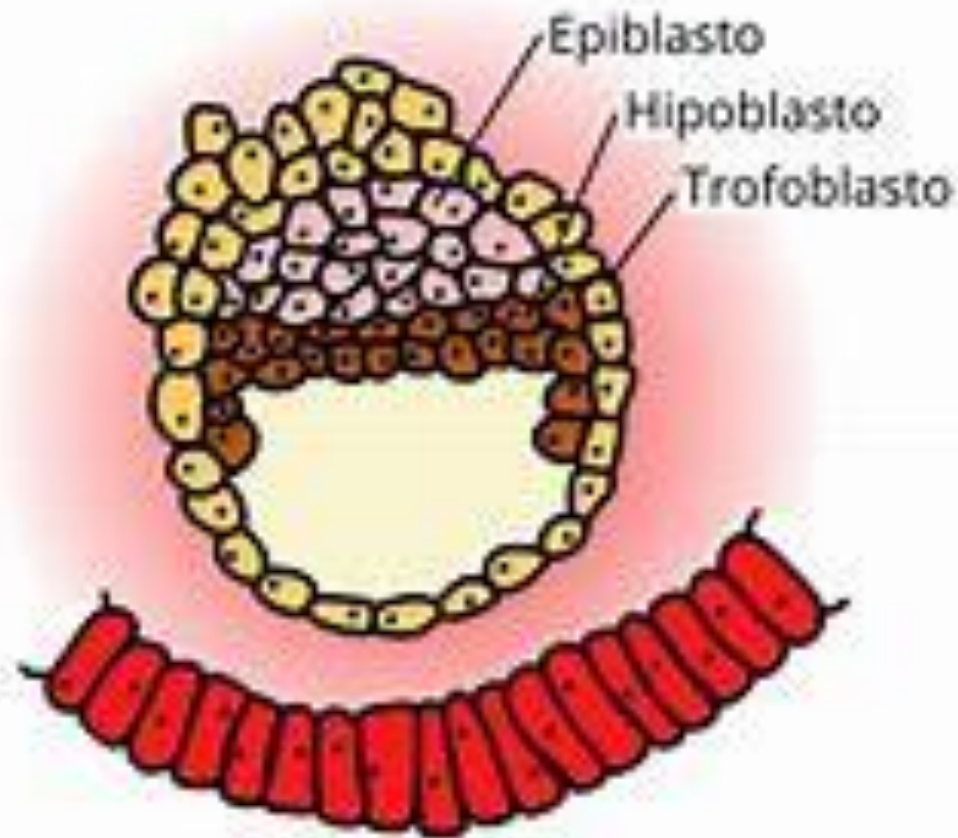
ESTADIO DE DISCO BILAMINAR



Antes de que el embrión se implante en el endometrio al principio de la segunda semana, empiezan a aparecer cambios significativos en la masa celular interna y en el trofoblasto.

A medida que las células de la masa celular interna se disponen adoptando una configuración epitelial en lo que en ocasiones se denomina cubierta embrionaria, aparece una fina capa de células en su parte ventral

La capa superior principal de células se llama epiblasto, y la capa inferior hipoblasto o endodermo primitivo



Embrión humano: día 9

Las células del hipoblasto se organizan en una capa delgada sobre la superficie ventral del epiblasto.


Las células del epiblasto expresan el factor de transcripción, Nanog, mientras que las del hipoblasto expresan Gata 6.

El hipoblasto se considera un endodermo extraembrionario y, en última instancia, origina el revestimiento endodérmico del saco vitelino.


Se ha demostrado que un pequeño grupo de células del hipoblasto trasladadas al futuro polo anterior del embrión (llamado endodermo visceral anterior por los embriólogos especializados en el desarrollo del ratón) poseen un notable poder de señalización.

Estas células secretan primero las moléculas de señal, lefty y cerberus 1, estas inhiben la actividad de la molécula, nodal, en el epiblasto supra yacente, esto permite que nodal se exprese en el epiblasto posterior.


Esto representa la primera manifestación de polaridad anteroposterior en el embrión.



Esto también da lugar a la constitución de dos dominios señalizadores en el embrión joven.



El endodermo visceral anterior rápidamente comienza a inducir gran parte de la cabeza y del prosencéfalo, inhibiendo al mismo tiempo la formación de estructuras posteriores.

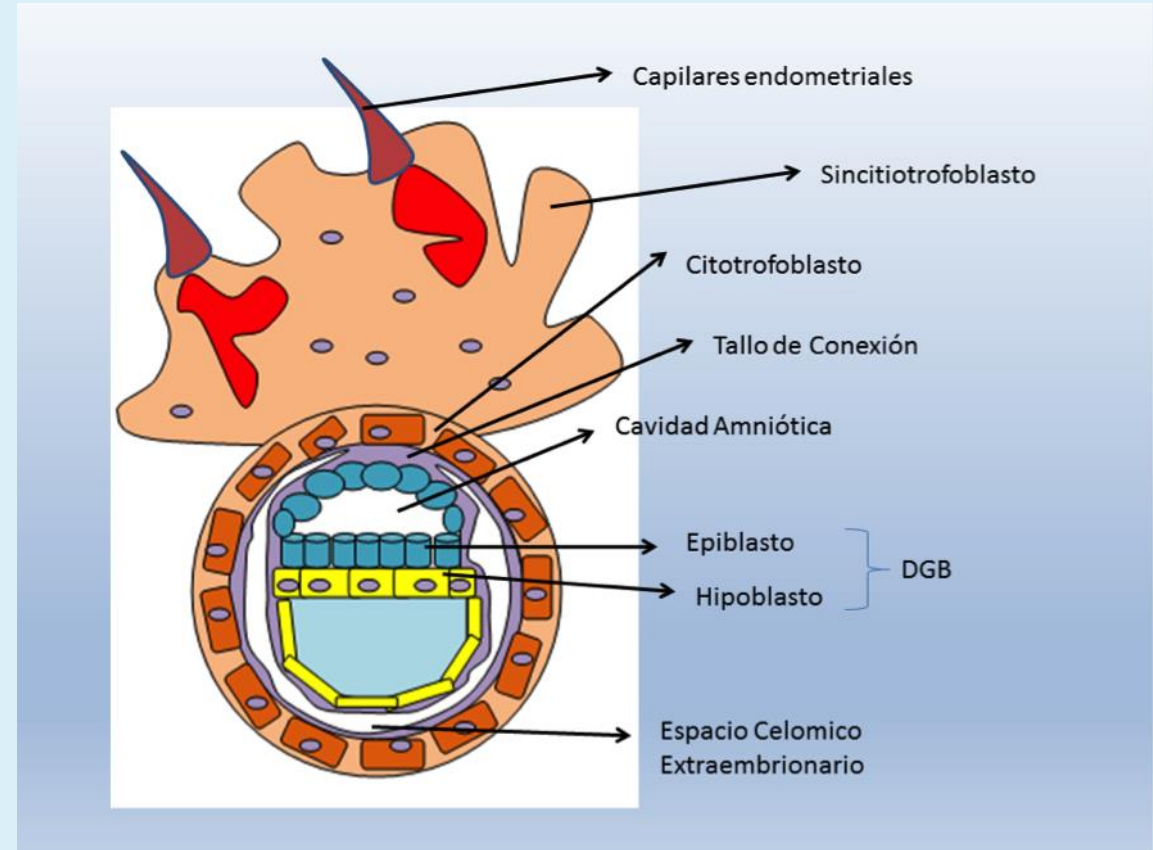


En la región posterior del epiblasto la actividad señalizadora de nodal estimula la formación de la línea primitiva (ver la siguiente sección), estructura importante para la gastrulación y la formación de las capas germinales


Después de que el hipoblasto se ha constituido en una capa bien definida y de que el epiblasto ha adoptado una configuración epitelial, la masa celular interna se transforma en un disco bilaminar, con el epiblasto en su superficie dorsal y el hipoblasto en la ventral.

El epiblasto contiene las células que forman el embrión en sí mismo, aunque de esta capa también se originan tejidos extraembrionarios.

La capa que aparece después del hipoblasto es el amnios, una capa de ectodermo extraembrionario que finalmente rodea a todo el embrión en una cámara llena de líquido denominada cavidad amniótica



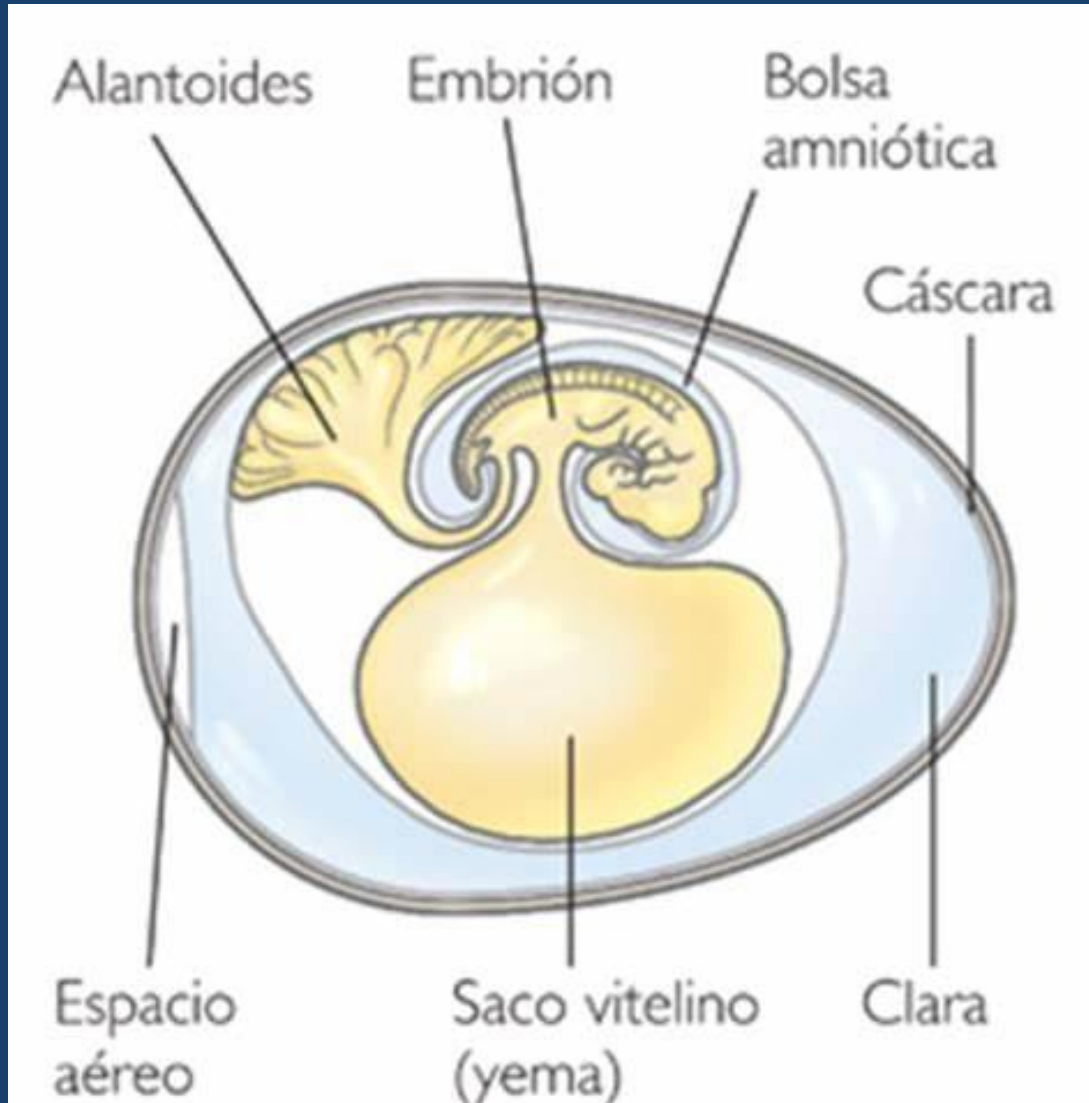
9 días después de la fecundación), las células del hipoblasto comienzan a propagarse, revistiendo la superficie interna del citotrofoblasto con una capa continua de endodermo extraembrionario denominado endodermo parietal



Cuando finaliza la expansión del endodermo, se ha constituido una vesícula llamada saco vitelino primario



En este momento (alrededor de 10 días después de la fecundación), el complejo embrionario constituye el disco germinal bilaminar, que se localiza entre el saco vitelino primario en su superficie ventral y la cavidad amniótica en su superficie dorsal



Al poco tiempo, dicho saco vitelino primario sufre una constricción, formando un saco vitelino secundario y dejando un resto del anterior

Unos 12 días después de la fecundación comienza a aparecer otro tejido, el mesodermo extraembrionario

Las primeras células mesodérmicas extraembrionarias parecen proceder de una transformación de las células endodérmicas parietales

Estas células se unen después a otras mesodérmicas extraembrionarias que se han originado a partir de la línea primitiva



El mesodermo extraembrionario es el tejido que constituye el soporte tisular del epitelio del amnios y del saco vitelino y de las vellosidades coriónicas, que se originan a partir de los tejidos trofoblásticos



El soporte que proporciona dicho mesodermo no sólo es de tipo mecánico sino también trófico, debido a que actúa como sustrato a través del cual los vasos sanguíneos aportan oxígeno y nutrientes a los distintos epitelios.

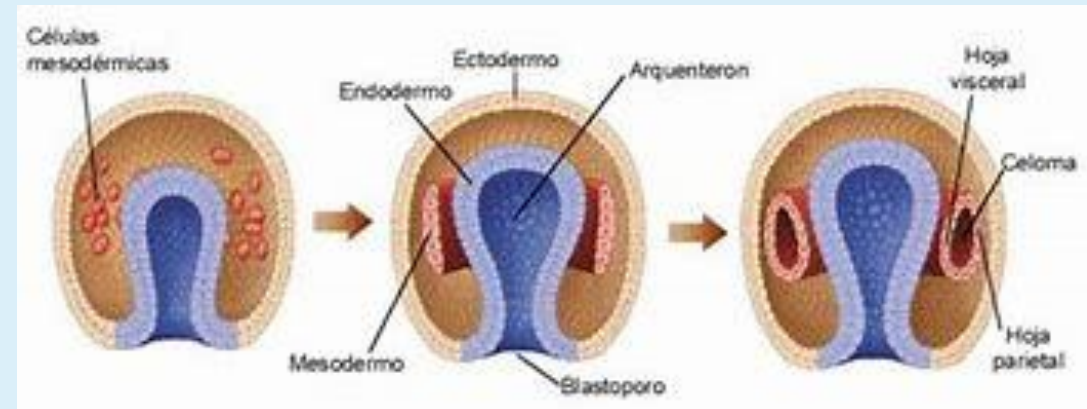
GASTRULACIÓN Y FORMACIÓN DEL DISCO EMBRIONARIO TRILAMINAR

Al final de la segunda semana el embrión está constituido por dos capas celulares planas, el epiblasto y el hipoblasto.

Al inicio de la tercera semana de gestación, el embrión entra en el período de gastrulación, durante el cual se forman las tres capas germinales embrionarias a partir del epiblasto

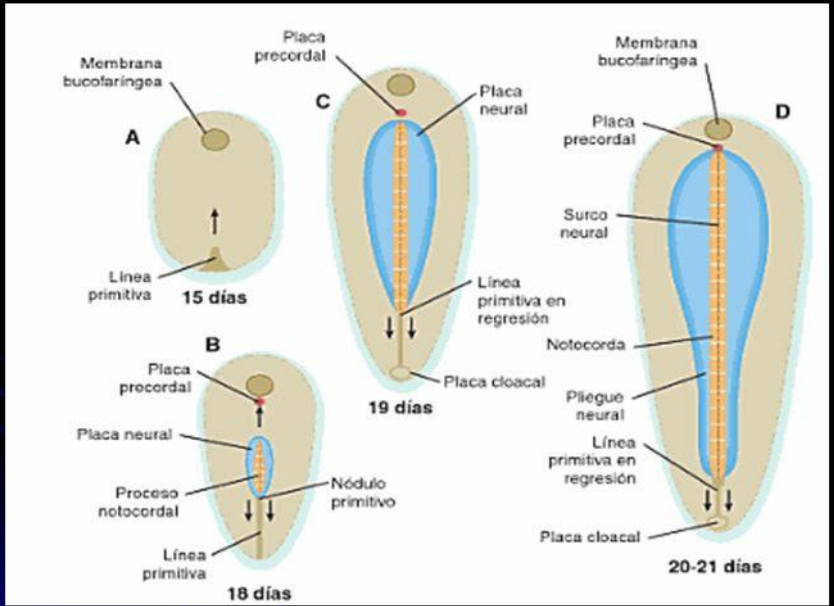
las capas germinales se pliegan y forman un cuerpo cilíndrico.

La gastrulación se inicia con la formación de la línea primitiva, una condensación celular longitudinal en la línea media que procede del epiblasto en la región posterior del embrión, a través de una inducción ejercida por parte de las células situadas en el borde del disco embrionario de esta zona



La línea primitiva tiene al principio una forma triangular, pero al poco tiempo se torna lineal y se alarga, debido principalmente a redistribuciones celulares internas, llamadas movimientos de extensión convergente

Línea primitiva

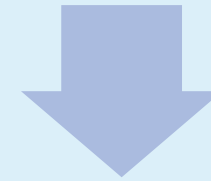


Máxima expansión: día 18

las células de regiones específicas del epiblasto dan lugar a estructuras concretas en el mesodermo y el endodermo. La combinación de los resultados de dichos experimentos ha permitido la elaboración de mapas de destino.



El movimiento de las células a través de la línea primitiva da lugar a la formación de un surco (surco primitivo) a lo largo de la línea media de dicha estructura.



Esta estructura tiene una gran importancia en el desarrollo debido a que, además de ser el mayor centro señalizador posterior, las células que migran a través de ella son canalizadas hacia una masa de células mesenquimatosas en forma de varilla que se denomina notocorda y hacia un grupo de células anterior a ella, llamado placa precordial

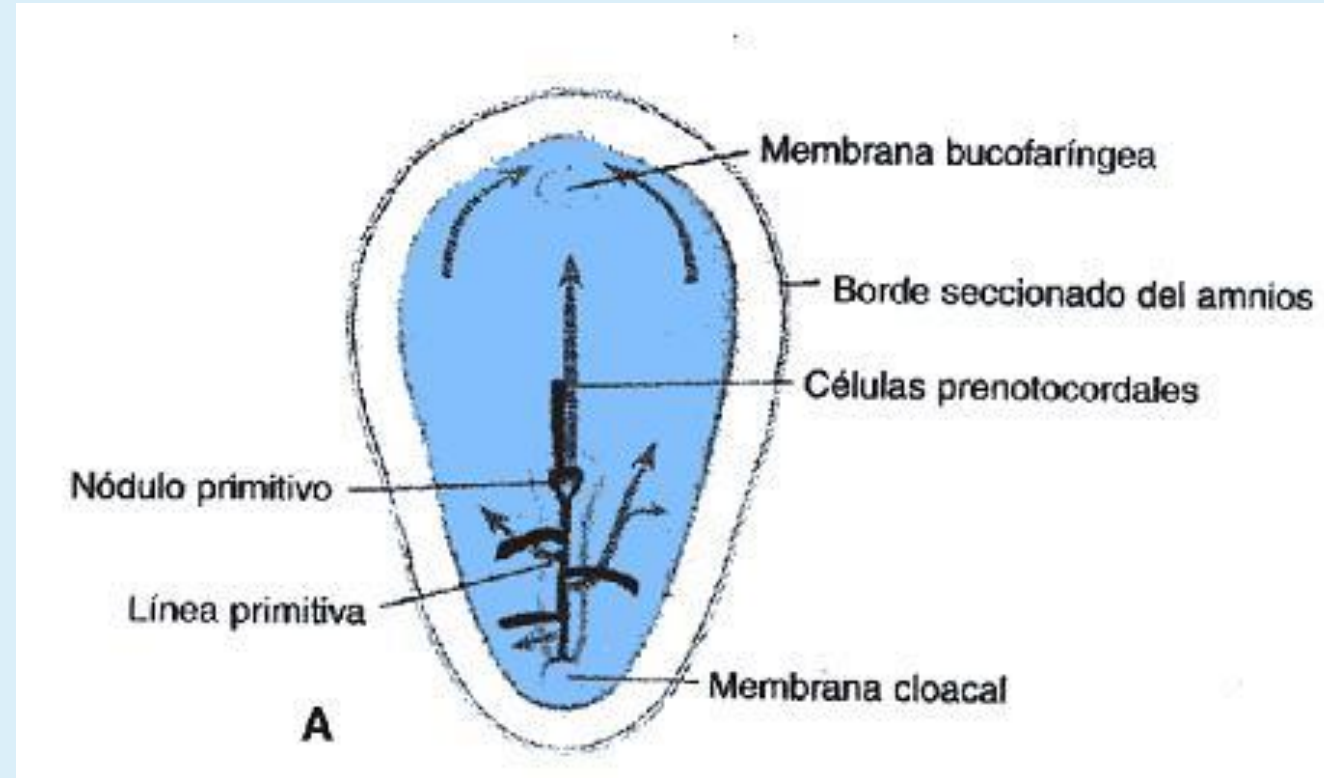


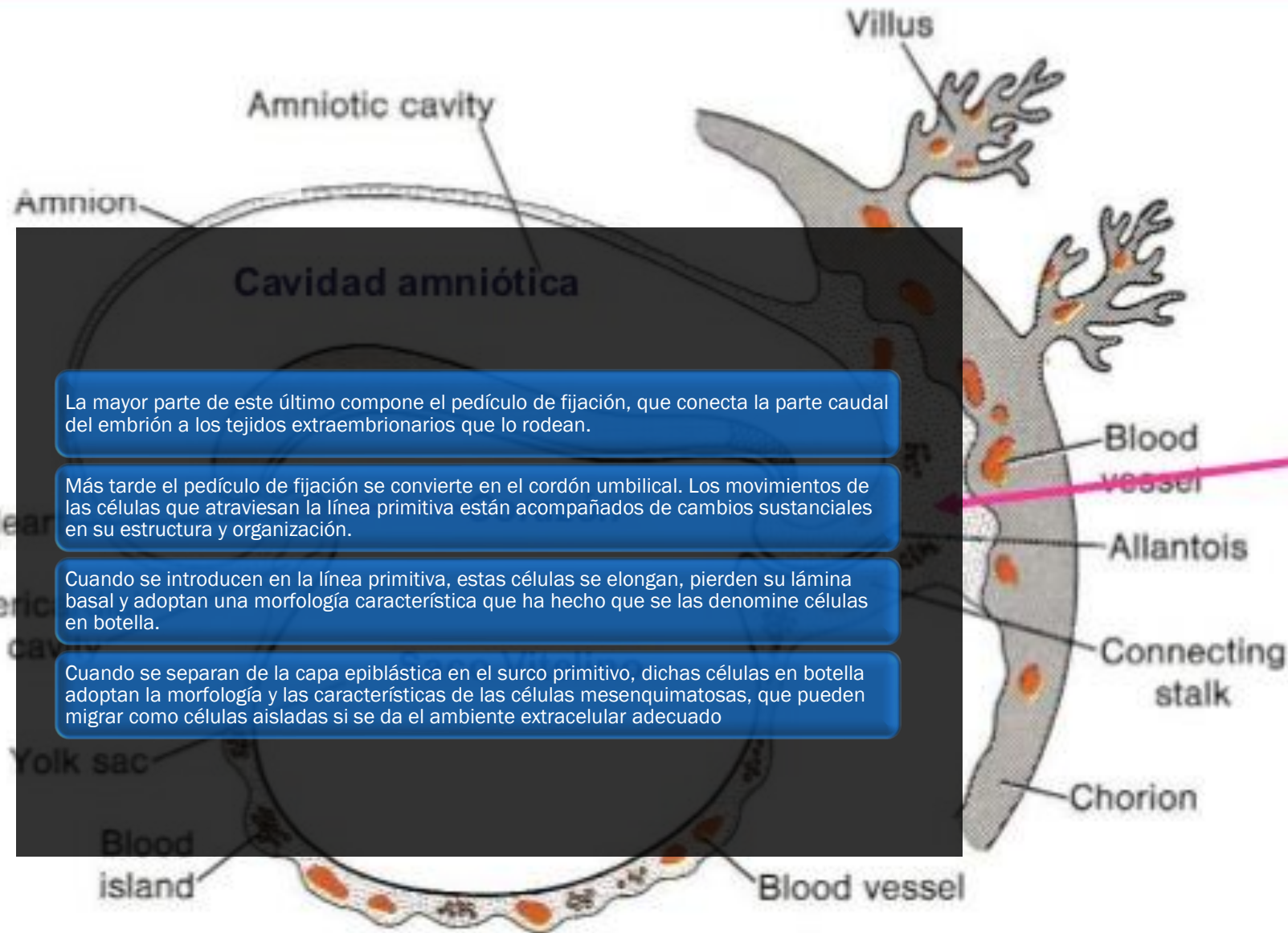
En el extremo anterior de la línea primitiva se sitúa una acumulación celular pequeña pero bien definida, denominada nódulo primitivo o nódulo de Hensen*.

Algunas células derivadas del epiblasto se movilizan a través de la línea primitiva en una secuencia temporoespacial determinada.

en sentido posterior otras células epiblasticas pasan a través de la línea primitiva (al espacio situado entre el ectodermo y el endodermo) para formar ordenadamente el mesodermo paraxial, el mesodermo lateral y el mesodermo extraembrionario.

Las transformaciones de la morfología y del comportamiento de las células que atraviesan la línea primitiva se asocian a cambios profundos no solo en sus propiedades de adhesión y en su organización interna, sino también en la forma en que se relacionan con su ambiente externo





La mayor parte de este último compone el pedículo de fijación, que conecta la parte caudal del embrión a los tejidos extraembrionarios que lo rodean.

Más tarde el pedículo de fijación se convierte en el cordón umbilical. Los movimientos de las células que atraviesan la línea primitiva están acompañados de cambios sustanciales en su estructura y organización.

Cuando se introducen en la línea primitiva, estas células se elongan, pierden su lámina basal y adoptan una morfología característica que ha hecho que se las denomine células en botella.

Cuando se separan de la capa epiblastica en el surco primitivo, dichas células en botella adoptan la morfología y las características de las células mesenquimatosas, que pueden migrar como células aisladas si se da el ambiente extracelular adecuado

Pedículo de Fijación
Futuro cordón



Desde el inicio de la gastrulación las células del epiblasto comienzan a producir ácido hialurónico, que se introduce en el espacio que queda entre el epiblasto y el hipoblasto.



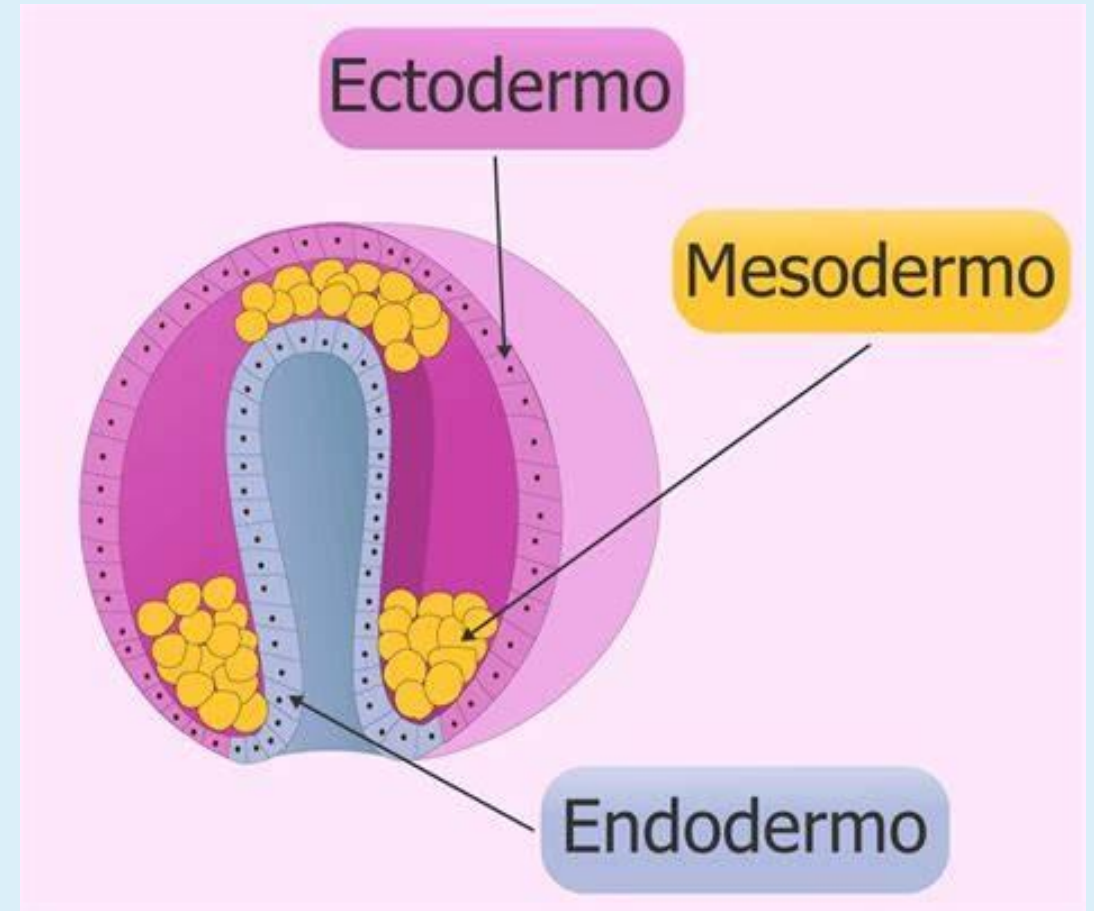
Este ácido es un polímero constituido por subunidades repetidas de ácido D-glucurónico y de N-acetilglucosamina, y se asocia a menudo con la migración celular en los sistemas en desarrollo





Aunque las células mesenquimatosas del mesodermo embrionario se encuentran en un ambiente rico en ácido hialurónico desde que abandonan la línea primitiva, dicho ácido solo no es capaz de mantener la migración de estas células desde la línea primitiva

Finalmente, el mesodermo embrionario se extiende lateralmente como una fina sábana de células mesenquimatosas entre el epiblasto y el hipoblasto

En el momento en el que el mesodermo ha formado una capa bien definida en el embrión humano, la capa germinal superior (resto del epiblasto inicial) se denomina ectodermo, mientras que la germinal inferior, que ha desplazado al hipoblasto original, se conoce como endodermo.

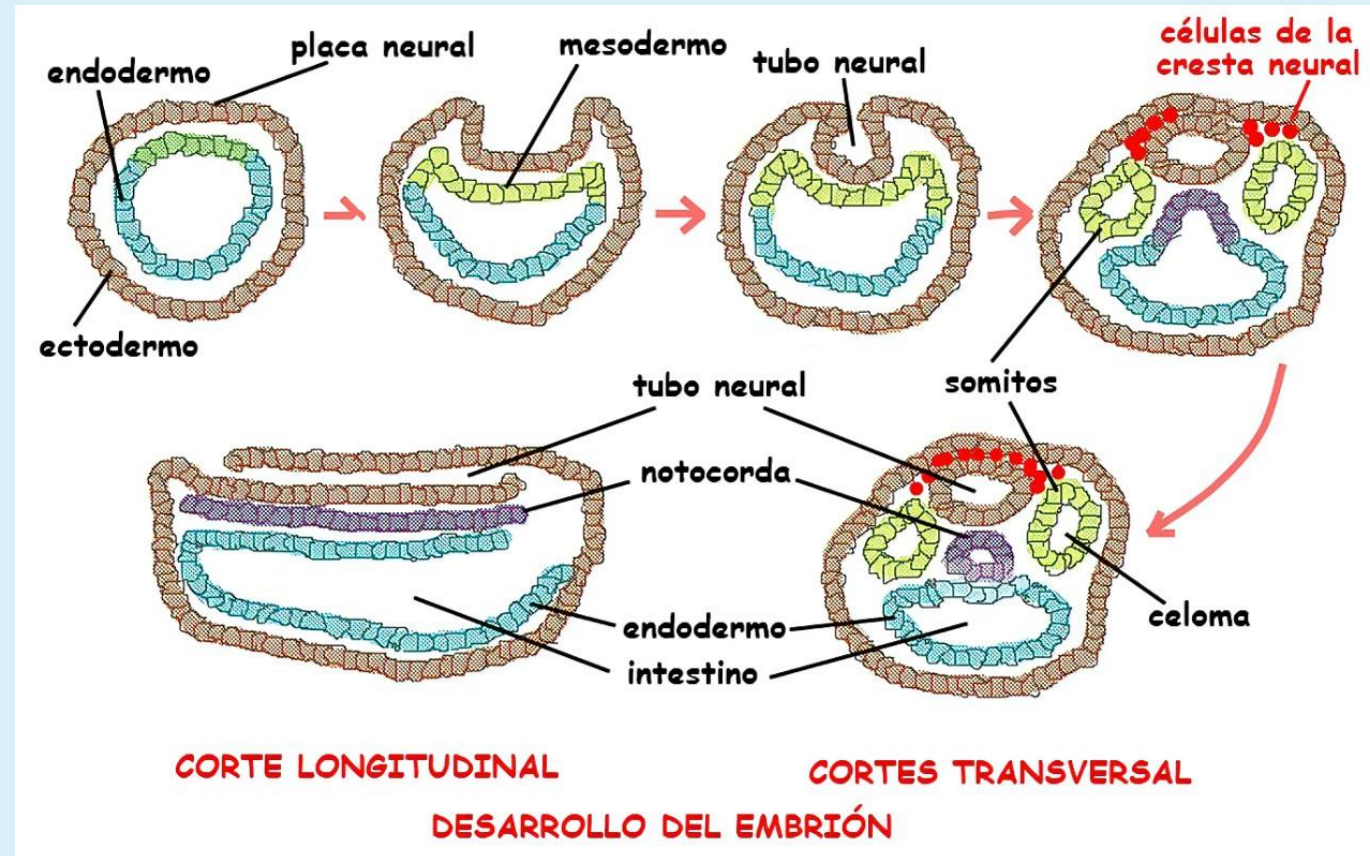


- 
- La regresión de la línea primitiva se acompaña del establecimiento y modelado del mesodermo paraxial, del que se originan los somitas y ulteriormente las estructuras axiales del tronco y de las regiones caudales del cuerpo.
 - La línea primitiva suele desaparecer sin dejar rastro, pero en algunos casos muy poco frecuentes aparecen tumores de gran tamaño denominados teratomas en la región sacrococcígea
- 

NOTOCORDA Y PLACA PRECORDAL

La notocorda, la estructura por la que se da la denominación de Cordados al filum al que pertenecen todos los vertebrados, es una estructura cilíndrica celular que discurre a lo largo del eje longitudinal del embrión, con una localización inmediatamente ventral al sistema nervioso central

desempeña una función fundamental como principal mecanismo iniciador de una serie de episodios de señalización (inducciones), que transforman las células embrionarias no especializadas en tejidos y órganos definitivos



Las señales de inducción procedentes de la notocorda:

estimulan la conversión del ectodermo superficial que la cubre en tejido neural

especifican la identidad de determinadas células (placa del suelo) en el sistema nervioso inicial

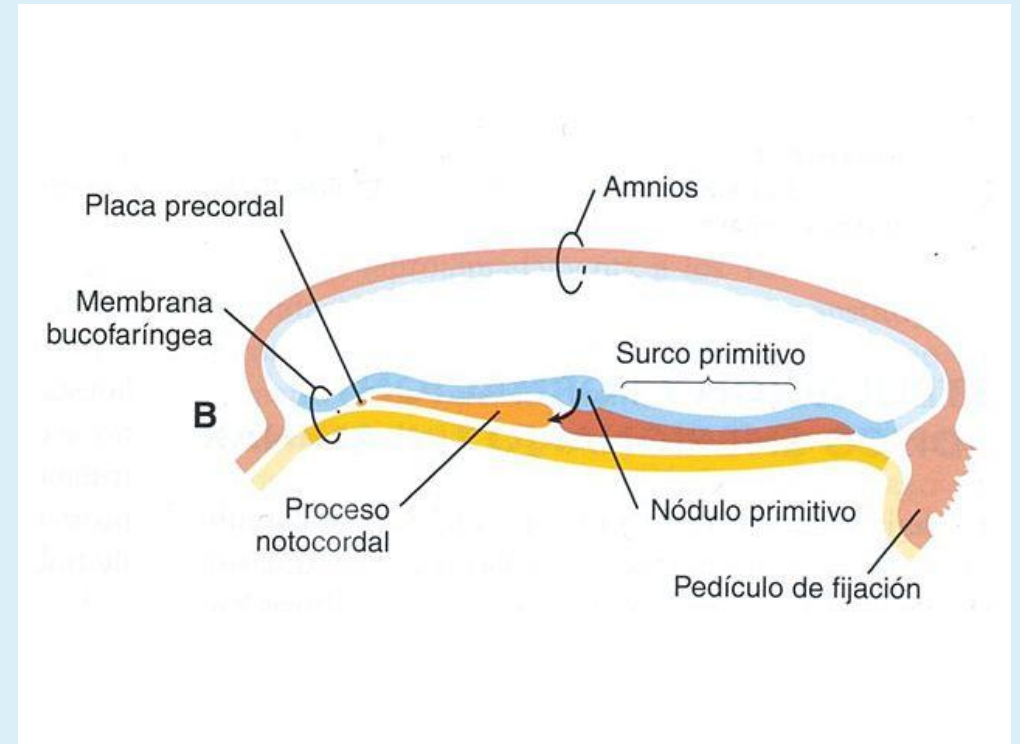
transforman ciertas células mesodérmicas de los somitas en cuerpos vertebrales y

estimulan las primeras fases del desarrollo del páncreas dorsal

A la notocorda se localiza una pequeña región donde coinciden el ectodermo y el endodermo embrionarios sin que entre ellos haya mesodermo.

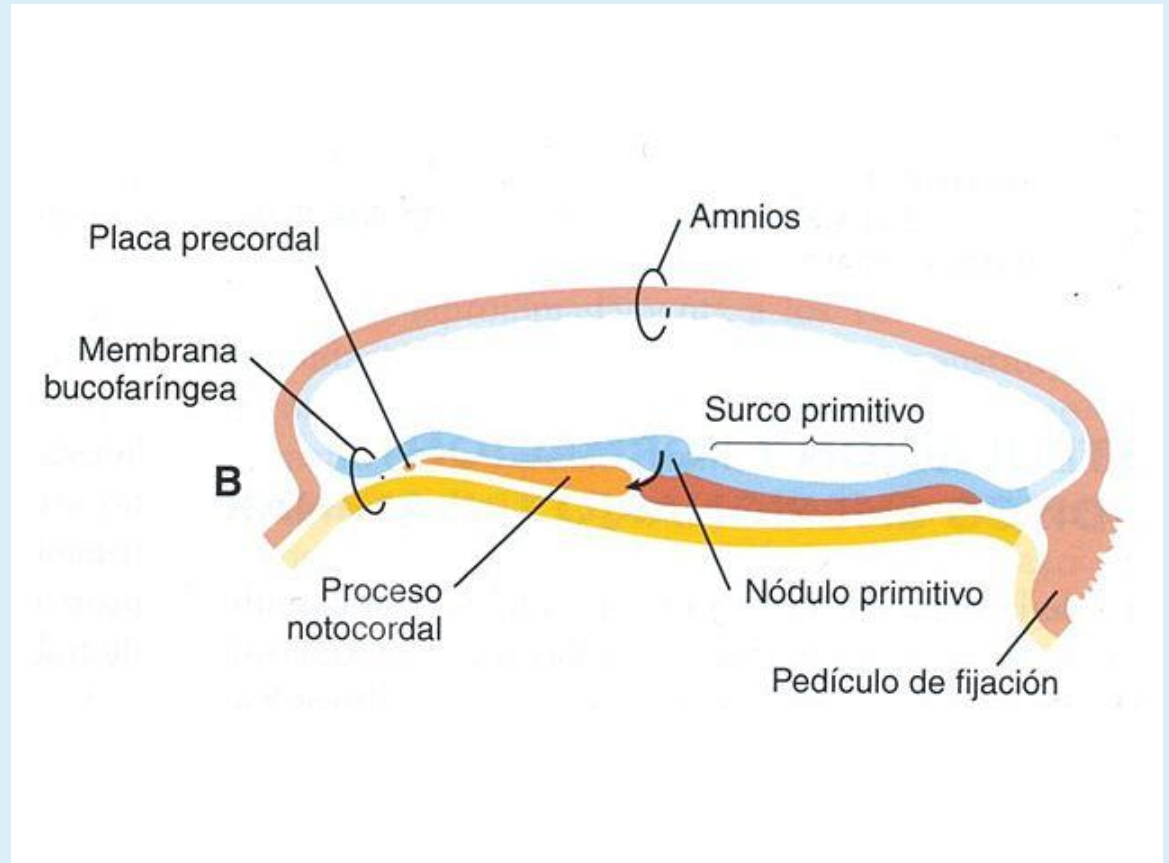
Denominada membrana bucofaríngea, esta estructura marca el lugar de la futura cavidad bucal.

Entre el extremo rostral de la notocorda y la membrana bucofaríngea existe una pequeña acumulación de células mesodérmicas estrechamente relacionadas con el endodermo, que se llama placa precordial



Tanto la placa precordial como la notocorda se originan a partir de la entrada en el nódulo primitivo de una población de células epiblasticas, que se unen a otras células originadas en la línea primitiva.

A medida que la línea primitiva sufre regresión, los precursores celulares de la placa precordial en primer lugar y de la notocorda en segundo lugar migran rostralmente desde el nódulo, permaneciendo después como una agrupación cilíndrica de células (proceso notocordal; en la estela que deja la línea primitiva en regresión).





INDUCCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

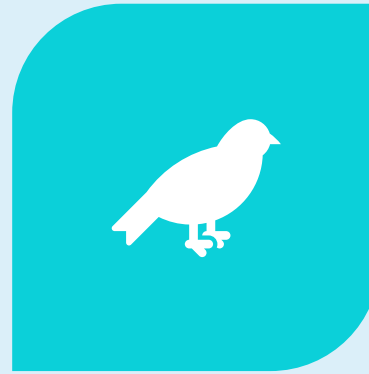
INDUCCIÓN NEURAL

Los elementos esenciales de la inducción neural (o primaria) son los mismos en todos los vertebrados

El labio dorsal ha sido denominado el organizador, debido a su capacidad para estimular la formación de un eje corporal secundario



EN AUSENCIA DE ACTIVIDAD DE LA BMP-4, EL ECTODERMO DORSAL FORMA TEJIDO NEURAL POR DEFECTO.

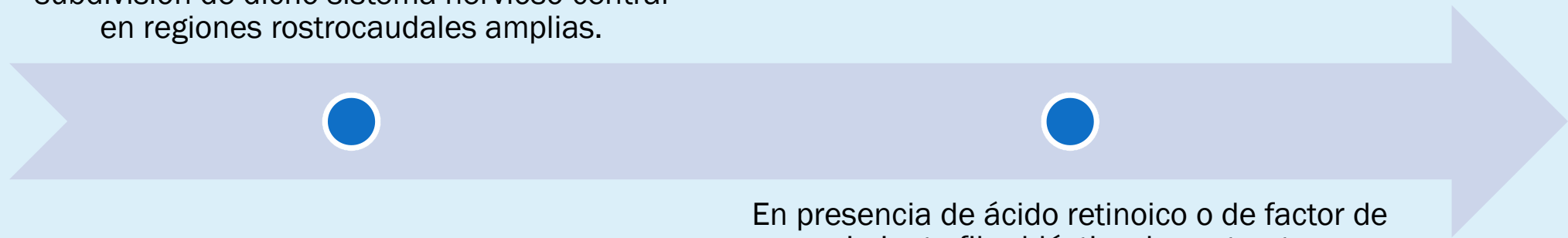


EN LAS AVES Y LOS MAMÍFEROS, LA INACTIVACIÓN DE LA BMP-4 TAMBIÉN ES PROBABLEMENTE EL MECANISMO INMEDIATO DE INDUCCIÓN NEURAL, AUNQUE ESTÁ MENOS CLARA LA FUNCIÓN DE NOGGIN Y CORDINA COMO INACTIVADORES DE LA BMP-4.



LAS CÉLULAS ECTODÉRMICAS SITUADAS SOBRE LA NOTOCORDA QUEDEN COMPROMETIDAS PARA SU TRANSFORMACIÓN EN TEJIDO NEURAL, EN LO QUE SÓLO REPRESENTA EL PRIMER PASO EN LA FORMACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

La distribución regional se refiere a la subdivisión de dicho sistema nervioso central en regiones rostrocaudales amplias.



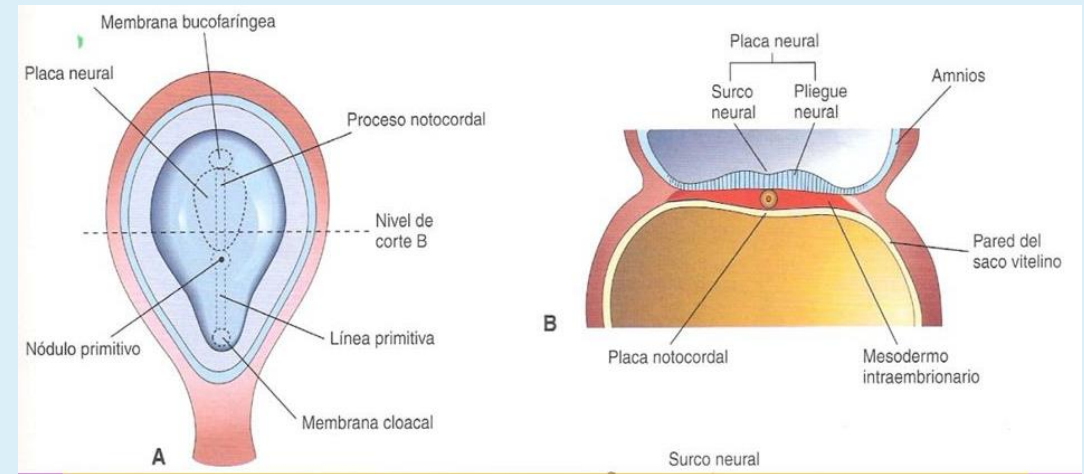
En presencia de ácido retinoico o de factor de crecimiento fibroblástico, las estructuras neurales inducidas quedan localizadas en una situación posterior y se forman las estructuras más caudales (rombencéfalo).

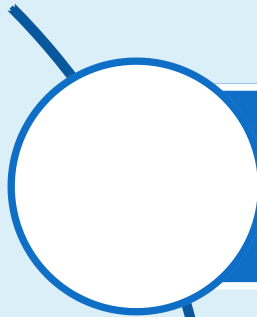
FORMACIÓN INICIAL DE LA PLACA NEURAL

La primera respuesta morfológica obvia del embrión frente a la inducción neural es la transformación del ectodermo dorsal que queda por encima del proceso notocordal en una placa alargada de células epiteliales engrosadas, denominada placa neural

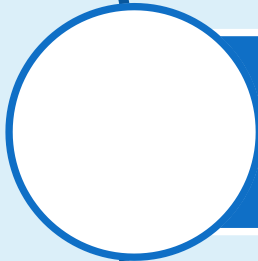
Tras la formación de dicha placa neural, la capa germinal ectodérmica queda subdividida en dos linajes de desarrollo: uno neural y otro no neural. Este ejemplo ilustra varios conceptos fundamentales en el desarrollo: la restricción, la determinación y la diferenciación.

El cigoto y las blastómeras resultantes del primer par de divisiones de la segmentación son totipotentes (es decir, capaces de formar cualquier célula del organismo).

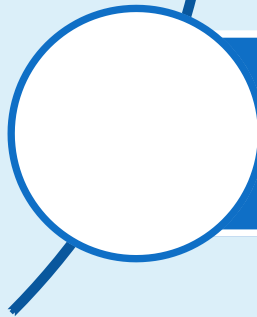




A medida que progresa el desarrollo, se producen varias decisiones que reducen las opciones de desarrollo de estas células



Los casos infrecuentes en los que las células o tejidos sufren una desviación intensa de su desarrollo normal, un fenómeno denominado metaplasia, tienen un interés considerable para los patólogos y para todos los especialistas que estudian el control de la expresión génica.



Restricción y determinación son términos que indican la limitación progresiva de la capacidad de desarrollo en el embrión.

MOLÉCULAS DE ADHESIÓN CELULAR

La investigación actual ha mostrado las bases moleculares de muchos de los procesos de agregación y separación celulares descritos por los primeros embriólogos.



De las varias familias de moléculas de adhesión celular (CAM) que han sido descritas actualmente, tres son las de mayor importancia respecto al desarrollo embrionario.



La primera está representada por las cadherinas, estas son sencillas glucoproteínas transmembrana ordenadas típicamente como homodímeros que sobresalen de la superficie celular.

Las Ig-CAM se caracterizan por tener un número variable de dominios extracelulares similares a los de las inmunoglobulinas



Estas moléculas se adhieren a similares (unión homofílica) o diferentes (unión heterofílica) CAM sobre sus células vecinas lo que ocurre sin la intervención de iones de calcio .



Uno de los miembros más importante de esta familia es la N-CAM, esta se expresa notablemente dentro del sistema nervioso en desarrollo. Las Ig-CAM no unen las células tan fuertemente como las cadherinas, sino que su papel es administrar un afinado de las conexiones intercelulares.

La N-CAM se caracteriza por presentar una concentración elevada de grupos de ácido siálico con carga negativa en el componente de carbohidrato de la molécula; además, las formas embrionarias de N-CAM tienen una cantidad de ácido siálico tres veces mayor que la forma adulta de la molécula.



La tercera gran familia de moléculas de adhesión celular, las integrinas, adhieren células a componentes de la membrana basal y de la matriz extracelular

CONCLUSIÓN

La formación de dichas capas es un proceso importante por el que debe de pasar el embrión, después de que se han establecido estas capas germinales, la progresión continua en desarrollo embrionario dependiente de una serie de señales denominadas inducciones embrionarias, que se intercambian entre las capas germinales y sus precursores tirulares, estos desarrollos se pueden observar con un microscopio durante este periodo.

BIBLIOGRAFÍA

- Carlson, B. M. (2019). *Embriología Humana Y Biología del Desarrollo* (6a ed.). Elsevier.