

A large, dark blue version of the UDS logo is centered on the page. It consists of a stylized graphic of three curved lines on the left, followed by the letters 'UDS' in a large, bold, sans-serif font. Below this, the words 'Mi Universidad' are written in a smaller, bold, sans-serif font.

Ensayo

Nombre del Alumno : Rubí Yadelin Santiago Lanza

Nombre del trabajo: Investigación y cuestionario

Parcial : III

Nombre de la Materia : biología del desarrollo

Nombre del profesor: Del Solar Villereal Guillermo

Nombre de la Licenciatura :Medicina humana

Semestre: I. Grupo: A

- Formación de las capas germinales y sus primeros derivados -

Hasta el momento de la implantación, el blastocito está constituido por la masa celular interna, de la que se origina propiamente el cuerpo del embrión, y el trofoblasto externo, que representa la conexión tisular futura entre el embrión y la madre. El citotrofoblasto genera una capa sincitial externa, poco antes de adherirse al tejido uterino. En última instancia, la subdivisión de la masa celular interna da lugar al cuerpo del embrión, que contiene las tres capas germinales primarias: el ectodermo (capa externa), mesodermo (capa intermedia), y endodermo (capa interna). El proceso por el cual se forman las capas germinales mediante movimientos celulares se denomina gastrulación.

- Estadio de disco bilaminar -

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 las células se llama epiblasto, y la capa inferior hipoblasto o endodermo primitivo. Las células que expresan *nanog* representan las precursoras del epiblasto, y las que expresan *Gata 6* las del hipoblasto. Las células que expresan *Gata 6* producen moléculas que aumentan sus propiedades adhesivas, así como su movilidad, desplazándose a la superficie inferior de la masa celular interna para formar un epitelio delgado, el hipoblasto. Las células *Gata 6* que no llegan a la superficie de la masa celular interna sufren apoptosis. Entre epiblasto e hipoblasto se crea una lámina basal. 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 al 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. Poco tiempo después (aproximadamente a los 8 días de la fecundación), el epitelio amniótico original vuelve a formar un techo sólido sobre la cavidad amniótica. Cuando finaliza la expansión del endodermo se ha constituido una vesícula llamada Saco vitelino primario. 12 días después de la fecundación comienza a aparecer otro tejido, 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.

- Gastrulación y formación del disco embrionario trilaminar -

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. 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 mediante una combinación de proliferación y migración, así como también a redistribuciones celulares internas, llamadas movimientos de extensión convergente. La línea primitiva es una región donde convergen las células del epiblasto en una secuencia espacial y temporal bien definida. En el extremo anterior de la línea primitiva se sitúa una acumulación celular pequeña pero bien definida, denominada nódulo primitivo o nódulo de Hensen. Es el área a través de la que migran las células en una corriente hacia el extremo anterior del embrión. El pedículo de fijación se convierte en el cordón umbilical. Cuando la regresión de la línea primitiva termina, su parte más caudal se caracteriza por una masa de células mesenquimatosas, denominada masa celular caudal.

- Inducción del sistema nervioso -

El labio dorsal ha sido denominado el organizador, debido a su capacidad para estimular la formación de un eje corporal secundario. A medida que la gastrulación se desarrolla y el nódulo primitivo toma forma, éste induce al epiblasto a formar tejido neural a través de un mecanismo similar al de inhibición de BMP. Este tejido neuronal inducido adquiere un carácter posterior a través de la acción de nodal, que se concentra en el extremo posterior del embrión. 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. Capa germinal ectodérmica queda subdividida en dos linajes de desarrollo: uno neural y otro no neural.

- Moléculas de adhesión celular -

Si se mezclan tipos diferentes de células embrionarias suelen separarse según el tipo tisular. En fases previas a la inducción primaria del sistema nervioso, el ectodermo expresa N-CAM y E-cadherina (conocida como L-CAM). Después de la inducción primaria, las células integradas en el recientemente formado tubo neural continúan expresando N-CAM, pero no E-cadherina. Estas células también expresan fuertemente N-cadherina. La tercera gran familia de moléculas de CAM, las integrinas, adhieren células a componentes de la membrana basal y de la matriz extracelular. Las integrinas forman heterodímeros formados por el 1 de 16 cadenas α y 1 de 8 cadenas β . Las moléculas de la matriz extracelular que tienen propiedades de adherir células son la fibronectina, la laminina y la tenascina.

Organización del plan corporal básico del embrión:

Al finalizar la gastrulación, el embrión en sí mismo consiste en un disco plano formado por las tres capas germinales: ectodermo, mesodermo y endodermo.

Desarrollo del ectodermo

La respuesta morfológica inicial principal del ectodermo embrionario frente a la inducción neural es el aumento en la altura de las células destinadas a formar los componentes del sistema nervioso. Estas células transformadas aparecen en forma de una placa neural engrosada y visible en la superficie dorsal del embrión inicial. Oculta la expresión restringida de las moléculas de adhesión celular, desde N-CAM y E-Cadherina en el ectodermo preinducido hasta N-CAM y N-cadherina en la placa neural.

Fases principales en la formación del tubo neural.

- Transformación del ectodermo embrionario general en una placa neural gruesa.
- Configuración de los contornos generales de la placa neural, de manera que se hace más estrecha y alargada. Este se logra, mediante la convergencia - extensión, durante la cual las células ectodérmicas que forman la placa neural mientras que se desplazan hacia la línea media se van haciendo más alargadas en sentido craneocaudal al tiempo que se estrechan lateromedialmente. Este proceso, conducido por la polaridad celular plana, da como resultado la formación de una placa neural en forma de llave.
- Proceso de neurulación es el plegamiento lateral de la placa neural, con elevación de los dos lados de la misma a lo largo de un surco neural en la línea media.

El cierre del tubo neural comienza en el embrión casi hacia la mitad de la longitud craneocaudal del sistema nervioso a los 21 o 22 días. Los extremos cefálicos y caudal del tubo neural que no se cierran se denominan neuroporos craneal y caudal.



Una serie inicial de subdivisiones da lugar a un encéfalo de tres partes, formado por el prosencéfalo, el mesencéfalo y el rombencéfalo. El primero se subdivide en el telencéfalo y el diencefalo, mientras que el último lo hace en el metencéfalo y el mielencéfalo. Existe otro nivel más fino de segmentación, se subdivide ciertas regiones del encéfalo en una serie transitoriamente visible de segmentos regulares denominados neurómeros. En el rombencéfalo, los neurómeros, a menudo denominados rombómeros, son visibles desde el principio de la cuarta semana hasta el final de la quinta.

El tubo neural recién inducido experimenta una serie de inducciones verticales procedentes de la notocorda y de las regiones de organización de la cabeza. El límite entre mesencéfalo y rombencéfalo es un potente centro local de señales, denominado organizador istmico. Zona limitante es un grupo celular secretor Sonic hedgehog que establece el límite entre los futuros tálamos dorsal y ventral. La segmentación del rombencéfalo en siete rombómeros en el ser humano es el resultado de la expresión de varias categorías de genes, que actúan de una manera muy similar a la forma en el que el embrión inicial de *Drosophila* se subdivide en varios segmentos. Los genes Hox están implicados sobre todo en la especificación de la identidad segmentaria, pero antes de que exista cualquier marcador molecular de segmentación morfológica. Las efrinas y sus receptores, determinan el comportamiento de las células en los rombómeros. La segmentación de la médula espinal está impuesta en gran medida por las señales procedentes del mesodermo paraaxial más que por las señales moleculares intrínsecas del tubo neural. Las interacciones entre el FGF-8 y el ácido retinoico durante la formación de la médula espinal y el mesodermo paraaxial ayudan a fijar el código Hox que confiere una identidad anteroposterior a las diferentes

regiones de la médula espinal y somitos adyacentes. Cuando el tubo neural se acaba de cerrar y se está separando del ectodermo cutáneo general, una población celular denominada cresta neural sale de la parte dorsal del tubo neural y comienza a extenderse por todo el cuerpo del embrión. Las Placodas son el resultado de una variedad de procesos inductivos secundarios entre los tejidos neural y mesenquimatoso, así como del ectodermo suprayacente.

- Desarrollo del mesodermo -

En la localización más cercana al tubo neural hay una columna engrosada de células mesenquimatosas denominada mesodermo paraaxial o placa segmentaria. Somitogénesis (formación de somitos). Implica dos mecanismos: modelo reloj y frente de onda. El primer mecanismo (el frente de onda) se asocia con el alargamiento del polo caudal del cuerpo producido por la proliferación de las células mesenquimatosas situadas en la porción más posterior de la región no segmentada de la línea primitiva. El segundo mecanismo, el reloj de segmentación, se inicia en aquellas células presomíticas que han pasado por el umbral mencionado anteriormente y están expresando *Mesp-2*. El desarrollo continuado de un somito implica la transformación completa de bloques segmentados de células mesenquimatosas en grupos esféricos de células epiteliales mediante la acción continuada de paraxis. Al poco tiempo de la formación del somito epitelial, las células de su pared ventromedial experimentan un estímulo inductivo por parte de las moléculas de señal Sonic hedgehog y noggin, que se origina a partir de la notocorda y de la pared ventral del tubo neural. Las células mesenquimatosas secundarias migran o se desplazan medialmente desde el resto del somito y comienzan a producir proteoglicanos de sulfato de condroitina y otras moléculas características de la

matriz cartilaginosa a medida que se agrupan alrededor de la notocorda. Las células mesenquimatosas que se originan a partir de los bordes dorsomedial y ventrolateral del dermomiótomo forman una capa separada, el miótomo, bajo el epitelio somítico restante, que ahora se denomina dermatoma. La transformación de la parte ventral del somito en mesenquima bajo la influencia de Sonic hedgehog y noggin, procedentes de la notocorda, conducen a la formación del esclerotomo. Las células de alguno de los compartimentos del somito -ventral, central y dorsal- colaboran para formar una vértebra, mientras que las células de los compartimentos central y lateral formarán las costillas. Las células de borde medial (meningotomo) rodean la médula espinal para formar las meninges y su vascularización. Las células del somitocèle (artrotomo) se unen a algunas células ventrales para formar los discos intervertebrales y las superficies articulares de las vértebras. Las células del dermomiótomo también son responsables de la producción de una molécula de receptor, C-met. La conexión entre el mesodermo paraaxial y el lateral en el embrión inicial consiste en un pequeño cordón de células denominado mesodermo intermedio, que discurre a lo largo de todo el tronco. El mesodermo intermedio es el precursor del sistema urogenital. El hecho de que el mesodermo inicial desarrolle las propiedades del mesodermo paraaxial o del lateral parece depender del equilibrio entre los factores de medialización que proceden de las estructuras axiales y los factores de lateralización producidos al principio por el ectodermo lateral. El mesodermo lateral se divide en dos capas: la capa dorsal relacionada con el ectodermo, se denomina mesodermo somático, y la combinación de éste y del ectodermo se llama somatopleura. La capa ventral, conocida como mesodermo esplácnico, asociada al endodermo, y es

especificada por el factor de transcripción Foxf-1. La combinación de esto último y el mesodermo esplácnico se denomina esplanopleura. Las capas mesodérmicas intraembrionarias somática y esplácnica forman un continuo con las capas del mesodermo extraembrionario que revisten el amnios y el saco vitelino. A medida que el embrión experimenta el plegamiento lateral, las pequeñas vesículas celómicas que se forman en el interior del mesodermo lateral muestran coalescencia y forman la cavidad celómica. La última región del embrión que pasa por el plegamiento lateral completo es la zona ocupada por el saco vitelino. El extremo posterior del embrión está conectado con los tejidos trofoblásticos por el pedículo de fijación mesodérmico. A medida que crece el embrión y aparece un sistema circulatorio funcional, los vasos sanguíneos del embrión crecen a través del pedículo de fijación para irrigar la placenta, y el pedículo de fijación queda mejor definido como cordón umbilical. El desarrollo inicial del sistema circulatorio consiste en la migración de las células que forman el corazón, originadas en el epiblasto, a través de la línea primitiva en un orden anteroposterior bien definido. Las células precardiacas quedan dispuestas en el mismo orden anteroposterior, en una región con forma de U de mesodermo cardiogénico, denominada creciente cardíaca. Por fuera de la gelatina cardíaca se encuentra el miocardio, que forma en última instancia la parte muscular del corazón. Todo el corazón tubular se localiza en el espacio conocido como celona pericárdica. El desarrollo de la capa germinal endodérmica continúa con la transformación de la banda endodérmica intraembrionaria plana en un intestino tubular, debido al plegamiento lateral del cuerpo embrionario y a la curvatura ventral de los extremos craneal y caudal del embrión en una estructura con forma de C. La región del nudo de cuerda



imaginario se convierte en el tallo vitelino; la porción del intestino que todavía se abre en el saco vitelino se denomina intestino medio, y los puntos de transición entre el intestino medio abierto en el suelo y las regiones tubular anterior y tubular posterior del intestino se llaman aberturas intestinales anterior y posterior. Los bordes endodérmicos de dichas aberturas son también zonas de expresión de la molécula de señal Sonic hedgehog. El endodermo hepático expresa albúmina en respuesta a las señales procedentes del mesodermo precardiaco adyacente. El extremo anterior del intestino permanece sellado temporalmente por una bicapa ectodermo-endodermo denominada membrana orofaríngea, separa la boca futura, está revestida por ectodermo, de la faringe. Esta bicapa de dos bandas epiteliales es inestable de manera inherente y al final desaparece. Mientras están tomando forma los primeros signos del pliegue de la cola, una evaginación tubular del intestino posterior se extiende hasta el mesodermo del pedículo de fijación. Esta evaginación se denomina alantoides. En localización caudal al alantoides existe otra bicapa ectodermo-endodermo denominada placa cloacal o membrana proctodeal, desaparece en última instancia, cubre la cloaca que en el embrión inicial representa un tracto de salida común para los sistemas digestivo y urogenital. La depresión superficial que queda por fuera de la membrana proctodeal se denomina proctodeo. En la región del estomodeo, una inducción entre el prosencéfalo y el ectodermo estomodeal inicia la formación de la hipófisis anterior.

— Estructura básica del embrión de 4 semanas —

Hacia el final de la cuarta semana de gestación, el embrión, que todavía tiene una longitud aproximada de 4mm, ha establecido los rudimentos de la mayor parte de los órganos y sistemas, excepto los miembros. El embrión tiene forma de

C. En la región cervical son visibles los arcos branquiales. El cuerpo muestra un filamento en una cola en espiral. Anillo de ectodermo engrosado, denominado Cresta Wolffiana, rodea la parte lateral del cuerpo. 4 semanas de edad, el embrión presenta un corazón funcionando de dos cámaras, así como un sistema vascular sanguíneo constituido por tres arcadas circulatorias separadas: Intraembrionaria, vitelínea u onfalomesentérica, extraembrionaria. Final de la cuarta semana, primordios de la mayor parte de las estructuras y órganos corporales ya han sido establecidos.

Cuestionario formación de capas germinales y sus derivados

1. ¿En qué día comienza la implantación del embrión?

A) Día 1

B) Día 3

C) Día 6

D) Día 10

2. ¿Cuál de las siguientes estructuras se forma durante la implantación y provee soporte al embrión?

A) Sincitiotrofoblasto

B) Hipoblasto

C) Cavidad amniótica

D) Mesodermo extraembrionario

3. ¿Qué capa germinal da lugar al sistema nervioso?

A) Ectodermo

B) Mesodermo

C) Endodermo

D) Hipoblasto

4. ¿Cuál es el principal componente del blastocisto encargado de la conexión tisular futura con la madre?

A) Trofoblasto

B) Masa celular interna

C) Citotrofoblasto

D) Epiblasto

5. ¿Cuál de las siguientes proteínas es clave para el desarrollo del epiblasto?

A) Nanog

B) Gata 6

C) Integrina

D) Oct4

6. Durante la gastrulación, ¿qué capa germinal dará origen al sistema cardiovascular?

A) Ectodermo

B) Mesodermo

C) Endodermo

D) Citotrofoblasto

7. ¿En qué día ocurre la regresión de la línea primitiva?

A) Día 6

B) Día 10

C) Día 15

D) Día 18

8. ¿Qué capa germinal forma el tubo digestivo?

A) Ectodermo

B) Mesodermo

C) Endodermo

D) Hipoblasto

9. ¿Cómo se llama la estructura que se forma a partir del cigoto en los primeros días del desarrollo?

A) Gastrula

B) Blastocisto

C) Embrión bilaminar

D) Disco trilaminar

10. ¿Qué estructura es responsable de la adhesión del embrión a la pared uterina?

A) Citotrofoblasto

B) Sincitiotrofoblasto

C) Masa celular interna

D) Epiblasto

11. ¿Qué capa germinal es responsable de la formación de los huesos?

A) Ectodermo

B) Mesodermo

C) Endodermo

D) Hipoblasto

12. ¿Cuál es la función principal del saco vitelino?

A) Dar soporte mecánico

B) Proporcionar nutrientes

C) Formar el ectodermo

D) Crear el mesodermo

13. ¿Qué molécula promueve el desarrollo de las células del hipoblasto?

A) Nanog

B) Gata 6

C) Fibronectina

D) TGF-beta

14. ¿Cuál es la capa superior del embrión en el estadio bilaminar?

A) Hipoblasto

B) Epiblasto

C) Trofoblasto

D) Mesodermo

15. ¿Qué día se completa generalmente el proceso de gastrulación?

A) Día 10

B) Día 14

C) Día 18

D) Día 20

16. ¿Cuál de las siguientes estructuras da origen al sistema linfático?

A) Endodermo

B) Mesodermo

C) Ectodermo

D) Sincitiotrofoblasto

17. ¿Qué proceso permite la creación de la cavidad amniótica?

A) Fusión celular

B) Cavitación

C) Migración celular

D) Diferenciación del mesodermo

18. ¿En qué se convierte la masa celular interna durante la implantación?

A) Epiblasto e hipoblasto

B) Trofoblasto y citotrofoblasto

C) Endodermo y mesodermo

D) Mesodermo y ectodermo

19. ¿Cuál de las siguientes es una función de las inducciones embrionarias?

A) Eliminar desechos

B) Estimular la división celular

C) Diferenciar tejidos

D) Generar trofoblasto

20. ¿Cuál de los siguientes deriva del ectodermo?

A) Hígado

B) Músculos

C) Sistema nervioso

D) Sistema linfático

21. ¿Cuál es la capa externa del trofoblasto?

A) Epiblasto

B) Hipoblasto

C) Sincitiotrofoblasto

D) Citotrofoblasto

22. ¿Qué capa germinal origina el sistema hematopoyético?

A) Ectodermo

B) Mesodermo

C) Endodermo

D) Hipoblasto

23. ¿Cuál es la función de la cavidad amniótica?

A) Proteger al embrión

B) Permitir adhesión

C) Formar el mesodermo

D) Crear el sistema linfático

24. ¿Cuál de las siguientes capas germinales se asocia al sistema respiratorio?

A) Ectodermo

B) Mesodermo

C) Endodermo

D) Hipoblasto

25. ¿En qué semana se forma el disco trilaminar?

A) Semana 1

B) Semana 2

C) Semana 3

D) Semana 4

26. ¿Qué proceso permite la invasión del tejido uterino?

A) Gastrulación

B) Implantación

C) Formación del blastocisto

D) Cavitación

27. ¿De qué estructura derivan los somitas?

A) Mesodermo paraxial

B) Endodermo

C) Citotrofoblasto

D) Epiblasto

28. ¿Cuál es el origen de la tiroides?

A) Ectodermo

B) Mesodermo

C) Endodermo

D) Hipoblasto

29. ¿Qué estructura proporciona nutrientes tempranos al embrión?

A) Cavidad amniótica

B) Trofoblasto

C) Saco vitelino

D) Sincitiotrofoblasto

30. ¿Qué sucede en el embrión al formarse la línea primitiva?

A) Aparece la cavidad amniótica

B) Se establece el ectodermo, mesodermo y endodermo

C) Se fusiona el trofoblasto

D) Se desarrolla el sistema nervioso

Cuestionario de neurulación

1. ¿Cuál de las siguientes estructuras da inicio al proceso de neurulación en el embrión humano?

A) Cresta neural

B) Notocorda

C) Ectodermo superficial

2. ¿En qué etapa del desarrollo embrionario se forma el tubo neural en humanos?

A) Al final de la segunda semana

B) Al principio de la tercera semana

C) A mediados de la tercera semana

D) Al final de la cuarta semana

3. ¿Cuál de las siguientes estructuras es un derivado directo de las células de la cresta neural?

A) Médula espinal

B) Sistema nervioso central

C) Nervios periféricos

D) Hipotálamo

4. Durante la neurulación, el ectodermo da origen a una estructura que se pliega para formar el tubo neural. ¿Cuál es el nombre de esta estructura?

A) Placa neural

B) Somitos

C) Notocorda

D) Mesénquima

5. ¿Qué porción del tubo neural se cierra primero durante el desarrollo?

A) La región torácica

B) El neuroporo anterior

C) El neuroporo posterior

D) La región cervical

6. ¿Cuál es la consecuencia más común de un fallo en el cierre del neuroporo posterior?

A) Hidrocefalia

B) Anencefalia

C) Espina bífida

D) Microcefalia

7. ¿Qué vitamina ha demostrado ser fundamental en la prevención de defectos del tubo neural?

A) Vitamina A

B) Vitamina C

C) Ácido fólico (Vitamina B9)

D) Vitamina D

8. La formación del tubo neural se ve influenciada por la señalización de diferentes proteínas y factores. ¿Cuál de los siguientes es una señalización clave en el proceso de neurulación?

A) BMP (Proteínas morfogenéticas óseas)

B) Dopamina

C) Insulina

D) Eritropoyetina

9. ¿Cuál de las siguientes es una anomalía resultante de un fallo en el cierre del neuroporo anterior?

A) Espina bífida

B) Hidrocefalia

C) Craneorraquisquisis

D) Mielomeningocele

10. Durante la neurulación, ¿cuál de las siguientes estructuras es responsable de inducir la formación de la placa neural en el ectodermo?

A) Cresta neural

B) Notocorda

C) Somitos

D) Mesodermo lateral