

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS. ETAPAS DEL DESARROLLO

Carlos E. de la Garza González

OBJETIVOS

- Reconocer las principales etapas del desarrollo.
- Saber utilizar la terminología embriológica en cuanto a posición y desplazamiento de órganos o células.
- Ser capaz de identificar los planos de sección utilizados en las preparaciones.

CONTENIDO

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 INTRODUCCIÓN 4 | 5 TERMINOLOGÍA 6 |
| 2 UN VISTAZO HISTÓRICO 4 | 6 RESUMEN 8 |
| 3 CONCEPTOS BÁSICOS 5 | 7 LECTURAS RECOMENDADAS 8 |
| 4 ETAPAS DEL DESARROLLO 6 | 8 AUTOEVALUACIÓN 9 |

1 INTRODUCCIÓN

Entre las disciplinas morfológicas, la Embriología/Biología del Desarrollo es la que despierta una curiosidad inmediata, ya que el saber cómo nos desarrollamos a partir de una célula resulta fascinante. El asombro no cesa al entender la gran cantidad de interacciones celulares y moleculares que, maravillosamente orquestadas, darán como resultado un nuevo ser y cómo cualquier desviación de ese plan general puede conducir a un defecto congénito.

El lector se enfrentará a partir de ahora a una nueva terminología que poco a poco irá agregando a su vocabulario y que, inadvertidamente pronto, estará utilizando para comunicarse de manera automática y fluida con sus colegas.

2 UN VISTAZO HISTÓRICO

La pregunta “¿cómo nos formamos?” no es nueva, y las respuestas inician con **Hipócrates de Cos** y **Aristóteles**, quienes sientan las bases de la embriología como ciencia al describir el desarrollo del pollo y otros embriones. Y aunque las conclusiones de Aristóteles sobre el inicio de la vida del nuevo ser no fueron las correctas, no quita mérito a sus observaciones tomando en consideración las dificultades técnicas para hacerlas. En el siglo II de nuestra era, **Galeno** escribió la obra *Sobre la formación del feto*. En el **Talmud**, el **Corán** y en **tratados sánscritos**, ya se hace referencia a la morfología del embrión con descripciones que encajan en los primeros estadios del desarrollo (cigoto, blastocisto y hasta el estadio somítico).

Durante la Edad Media poco se sabe del desarrollo del conocimiento del área, y es hasta la adecuación del microscopio por **Anton van Leeuwenhoek** cuando se recibe un nuevo impulso, tras describir por primera vez los espermatozoides humanos en 1677; por su parte, en 1672 **Reinier de Graaf** describe en conejos los ovarios y sus folículos maduros. Estas observaciones apoyaron la aparición de dos corrientes: los *homunculistas*, quienes favorecían la idea de que dentro del espermatozoide se encontraba un humano en miniatura que era nutrido por el ovocito; y los *ovistas*, con el punto de vista contrario, en el cual el nuevo ser contenido en el ovocito era estimulado para crecer por el líquido seminal. Ambas teorías fueron desplazadas cuando **Lazzaro Spallanzani** (1729-1799) demostró la necesidad de ambos elementos para la formación del nuevo ser, y cuando **Caspar Friedrich Wolff** introdujo en 1759 sus postulados revolucionarios: la teoría de la *epigénesis*, según la cual “el desarrollo embriológico ocurre mediante remodelamiento y crecimiento progresivo”, y la de la formación de capas celulares, o *disco embrionario*, que refutaron definitivamente los conceptos previos.

En 1817, **Heinrich Christian von Pander** publica el concepto de las tres capas germinativas en el embrión, a las que llamó *blastodermo* y que ahora sabemos dan origen a todos los tejidos embrionarios. Fue **Karl Ernst von Baer** (fig. 1-1) quien,

tomando como base los estudios de von Pander, escribió: “Las características más básicas y generales de cualquier grupo animal aparecen más temprano en el desarrollo de lo que lo hacen las características especiales que son peculiares a los diferentes miembros del grupo”, la llamada *ley de von Baer*.

La aparición, en 1839, de la teoría celular de **Schleiden** y **Schwann** sentó las bases para saber que el nuevo ser se desarrolla a partir de una célula (*cigoto*) que, al experimentar una serie de divisiones celulares, origina los diferentes tejidos. Una vez entendido esto, la curiosidad científica inició el camino de la experimentación con **Wilhelm Roux**, a quien debemos el término *mecánica del desarrollo* (*Entwicklungsmechanik*) para entender las interacciones celulares y tisulares durante el desarrollo. Estos trabajos pioneros fueron continuados por **Hans Spemann** (fig. 1-2), quien recibió en 1935 el Premio Nobel por su descubrimiento de un fenómeno crucial en la morfogénesis, la **inducción primaria**, además de introducir el concepto de *organizador* para referirse a estructuras embrionarias que controlan el desarrollo.



Fig. 1-1. Karl Ernst v. Baer (1792-1876) continuó los trabajos de v. Pander y aparece en los billetes estonios de 2 coronas; es quizá el único morfológico con esa distinción.



Fig. 1-2. Hans Spemann. Embriólogo alemán, 1869-1941. Premio Nobel 1935, por su descubrimiento de la inducción primaria en los fenómenos embriológicos.

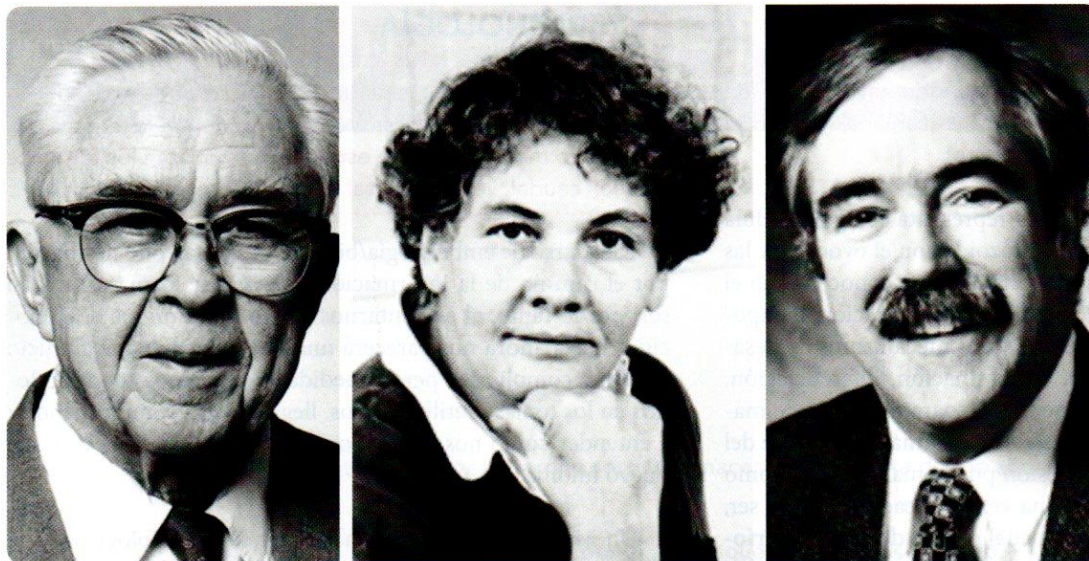


Fig. 1-3. Edward B. Lewis, Christiane Nüsslein-Volhard, y Erich F. Wieschaus. Premio Nobel 1995 por sus descubrimientos del control genético del desarrollo embrionario temprano. The Nobel Foundation.

En la década de 1940, **George L. Streeter**, en la Carnegie Institution, elabora una clasificación para la etapa embrionaria de los primates, incluyendo el humano, que permitía determinar con gran precisión la edad morfológica del embrión a partir de sus características cualitativas y algunas cuantitativas. Streeter dividió las 8 semanas de la etapa embrionaria en 23 etapas que a partir de entonces se conocen como **estadios u horizontes de Streeter**. Un par de décadas después, **Ronan O’Rahilly** retomó estos horizontes y aportó algunos datos que hicieron más útil aún esta clasificación, y que algunos autores conocen como los **estadios de la Carnegie**. En el Capítulo 10 se presentan las características principales del embrión en cada uno de estos estadios.

Otro hito importante ocurrió en 1978, cuando los médicos británicos **Edwards** y **Stephoe** dan a conocer el nacimiento del primer bebé concebido por fertilización asistida, desencadenando así el desarrollo de una serie de tecnologías para lograr la concepción extracorpórea. La evolución del conocimiento continuó, dando lugar a la biología molecular y su impacto en el desarrollo, con el descubrimiento de los **genes Hox** (*homeocajas*), maravillosamente conservados durante la evolución y presentes en la escala zoológica controlando el desarrollo embrionario. El Premio Nobel en Fisiología o Medicina 1995 fue otorgado a **Edward B. Lewis**, **Christiane Nüsslein-Volhard** y **Eric F. Wieschaus** (fig. 1-3), “por sus descubrimientos relacionados con el control genético del desarrollo embrionario temprano”, lo que nos ha llevado a entender mejor el desarrollo normal y anormal.

3 CONCEPTOS BÁSICOS

La embriología es la ciencia que estudia todos los cambios que ocurren para la formación de un nuevo ser desde la fertilización hasta el nacimiento.

Si atendemos el significado de la palabra **embriología**, esta sería “el estudio del embrión”; sin embargo, este término va más allá y se ocupa de la serie de fenómenos que ocurren desde la fertilización (fecundación) hasta el nacimiento. De tal modo, a medida que vaya leyendo este libro, el lector se enfrentará con los hechos que conducen al desarrollo del **concepto**, entendiendo como tal al embrión/feto y sus membranas.

A la embriología también se le llama **anatomía del desarrollo**; sin embargo, ya no se circunscribe exclusivamente a la descripción morfológica del desarrollo, sino que se enlaza de manera importante con otras disciplinas como la histología, la bioquímica, la fisiología, la genética, la patología y las áreas clínicas para, además de ver el desarrollo de manera integral, también entender las causas del desarrollo anormal: la llamada **dismorfología** y **teratología**, parte importante de la embriología. En la actualidad se ha venido conformando la **biología del desarrollo**, cuyo campo es más amplio que el de la embriología, ya que incluye, además del desarrollo prenatal, procesos posnatales como: crecimiento normal y anormal, regeneración y reparación tisular, que abarcan desde los fenómenos moleculares hasta los tisulares. En síntesis: la embriología nos dice qué sucede, mientras que la biología del desarrollo nos dice por qué sucede.

Indudablemente a la embriología/biología del desarrollo se les relaciona casi de manera automática con los **defectos congénitos**, recordando que, en promedio, el 3% de los recién nacidos vivos presentan algún defecto congénito y que son estudiados por la **dismorfología** y la **teratología**. El término **dismorfología** fue utilizado por primera vez por el Dr. David D. Smith, en 1966, para describir el estudio de los defectos congénitos en el ser humano; por otro lado, la **teratología** es el estudio de las anomalías del desarrollo fisiológico. Su campo es más amplio que el estudio de los defectos congénitos, ya que se emplea en otros estadios del desarrollo, como la pubertad, y otras formas de vida, como las plantas.

4 ETAPAS DEL DESARROLLO

El desarrollo prenatal se divide en período embrionario (de la fertilización hasta el final de la octava semana) y período fetal (de la novena semana al nacimiento).

El punto inicial del desarrollo lo representa el **cigoto**, célula resultante de la unión del espermatozoide con el ovocito. A las primeras 8 semanas de la vida prenatal se les conoce como el **período embrionario**, en el que la correcta relación tiempo/espacio interactuará con las células y sus mecanismos de desarrollo: potencia, organización, determinación, diferenciación, migración y muerte celular (apoptosis), para dar lugar de manera armónica a la **organogénesis**, la etapa más vulnerable del nuevo ser, donde cualquier agresión puede manifestarse como un posible defecto congénito. Una vez delineado el nuevo ser, inicia su etapa de maduración, la cual ocurre durante el **período fetal** (desde la semana 9 hasta el nacimiento), en la que los aparatos y sistemas “aprenderán” a funcionar hasta ser capaces de hacerlo de manera independiente, condición indispensable para lograr la supervivencia después del **nacimiento**.

Como ya se ha señalado, el período embrionario corresponde a las primeras 8 semanas después de la fertilización, y se puede dividir a su vez en dos partes: el **período embrionario presomítico**, que corresponde a las dos y media primeras semanas, y el **período embrionario somítico**, que se inicia a mitad de la tercera semana y termina al final de la octava semana. En la década de 1940, Streeter dividió el período embrionario en 23 estadios u horizontes del desarrollo embrionario, justificando esta división en los rápidos cambios que ocurren durante este período y que determinan que durante una misma semana cambie radicalmente la morfología embrionaria. Esta clasificación, si bien fue arbitraria, ha demostrado ser muy útil en los estudios de embriología, y aún en la actualidad es la base para determinar la edad precisa de los embriones humanos en todo el mundo (véase Capítulo 10).

En párrafos anteriores nos referimos al concepto como formado por el nuevo ser y sus membranas, de manera que nos ocuparemos de la formación de los **anexos embrionarios**, llamados así debido a que son estructuras indispensables para el desarrollo normal, pero que quedarán situadas fuera del cuerpo del embrión/feto. Estos anexos son: amnios, saco vitelino, corion, alantoides y cordón umbilical, además obviamente de la formación de ese órgano fetomaterno llamado *placenta*.

Los **embarazos múltiples** también son materia de estudio dentro de la embriología, y nos ocuparemos de conocer los factores y posibilidades de aparición de gemelos, tanto monocigóticos como dicigóticos, además de otras variedades de embarazos múltiples y la posible formación de gemelos unidos (siameses).

5 TERMINOLOGÍA

Los planos de orientación utilizados en embriología son sagital, coronal o frontal y transversal. Cuando nos referimos a la situación o movimientos de estructuras se utilizan los términos craneal, caudal, ventral, dorsal o lateral.

Este curso de embriología/biología del desarrollo nos llevará por el camino de la información de *cómo* se forma un nuevo ser; por lo tanto, al enfrentarnos al uso de términos desconocidos hasta ahora nos parecerá una nueva lengua que al inicio resultará complicada, pero a medida que vayamos adentrándonos en los temas y utilizándolos, llegaremos a comunicarnos y a entender cómo nos formamos. Así que empecemos con este nuevo idioma.

Un asunto fundamental en las ciencias morfológicas es el que nos orientemos para entender de dónde y hacia dónde se están efectuando los cambios que dan como resultado al embrión/feto. Para ello debemos adecuar la terminología anatómica hacia nuestra materia; para el estudio de un embrión/feto utilizamos tres planos de orientación o de corte: el **plano sagital**, el **plano coronal** o **frontal** y el **plano transversal** (fig. 1-4).

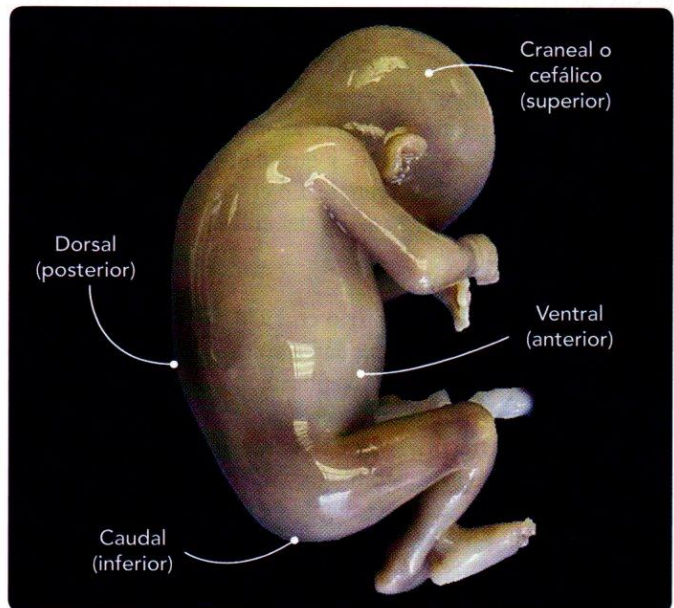


Fig. 1-4. Vista lateral de un feto humano de 16 semanas. Analice la nomenclatura. El término que aparece en primer lugar corresponde al que se utiliza en la Biología del Desarrollo, mientras que el que está entre paréntesis es el que se emplea en la Terminología Anatómica. Véase también la figura 1-7.

La formación de un nuevo ser implica movimientos y desplazamientos de células y estructuras. Cualquier movimiento o desplazamiento que vaya en dirección de la cabeza recibe el nombre de **craneal**; cuando es en dirección al extremo caudal del embrión, se llama **caudal**; cuando el movimiento es hacia adelante, **ventral**; cuando es hacia atrás, **dorsal**; y cuando es hacia los lados derecho e izquierdo, **lateral** (figs. 1-5 a 1-7).

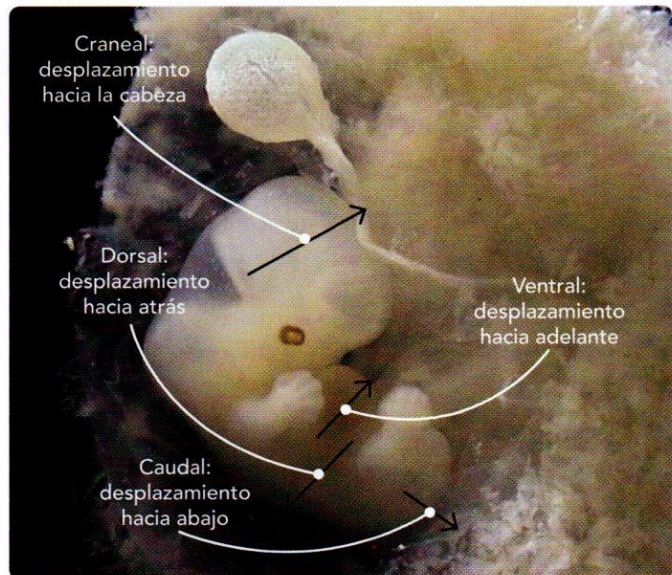


Fig. 1-5. Vista lateral de un embrión humano de la séptima semana, para ejemplificar los desplazamientos que ocurren durante el desarrollo. Véase también figura 1-7.

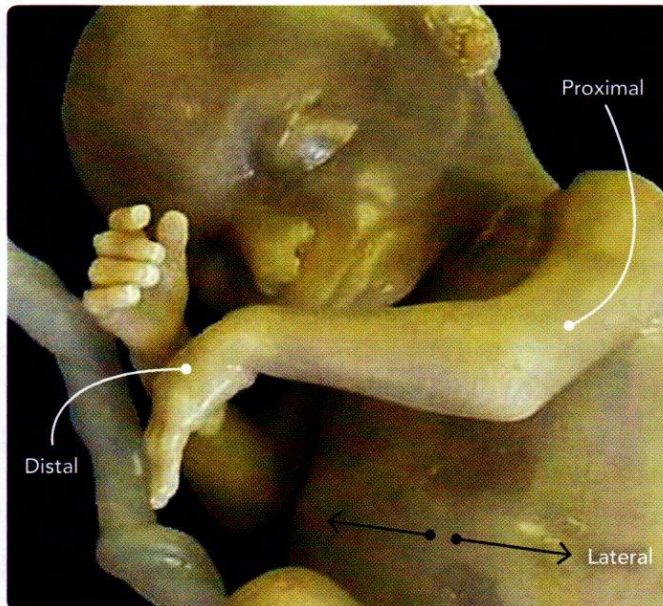


Fig. 1-6. Feto humano de 16 semanas. Con respecto a la terminología de desplazamiento, el término *lateral* completa la información de la figura 1-5.

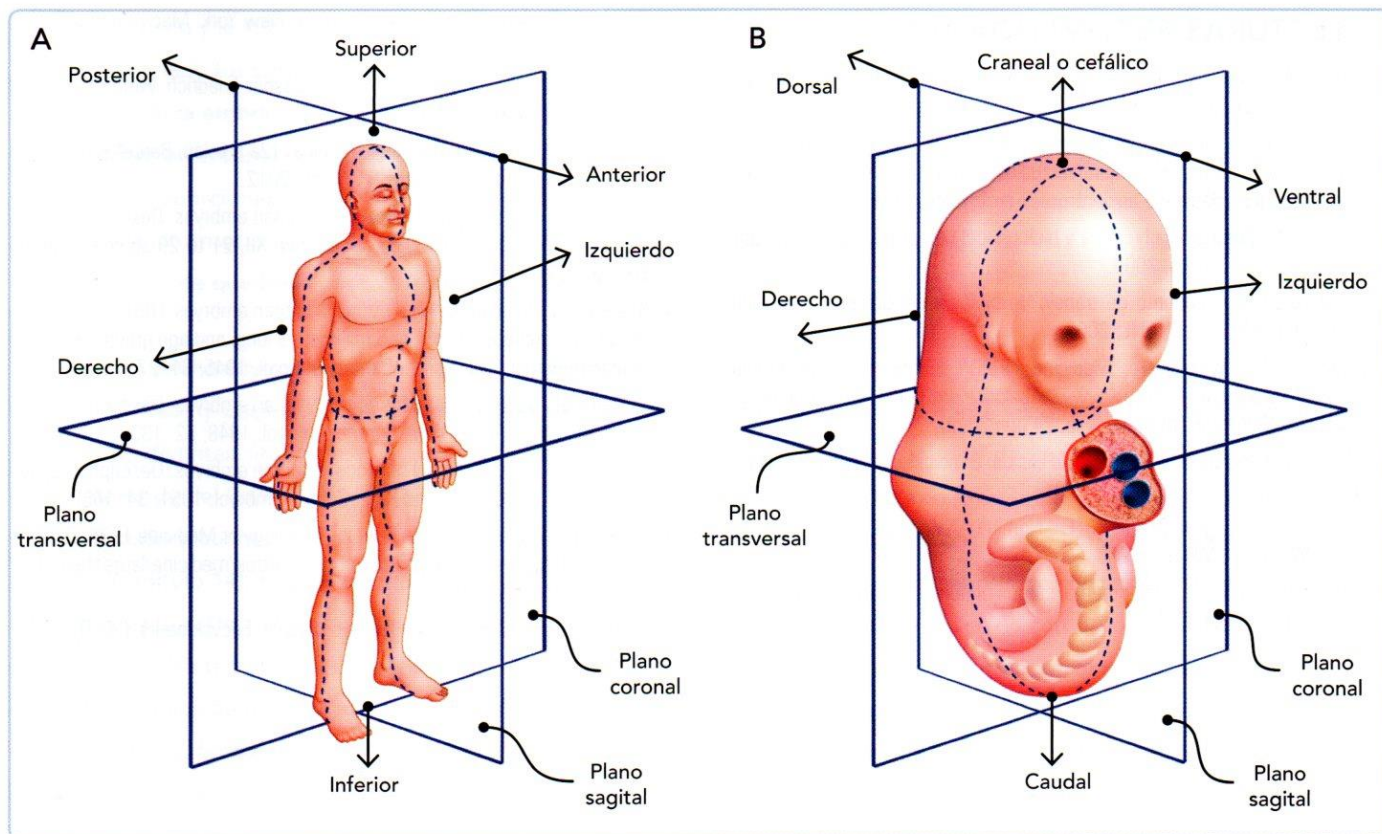


Fig. 1-7. Planos de corte más utilizados en la anatomía y la embriología. Las flechas indican el sentido en el que el corte es llevado a través del cuerpo del embrión. Nótese cómo los planos de corte son perpendiculares entre sí.

Para el estudio de la biología del desarrollo, también nos apoyaremos en especímenes completos (no seccionados), o en cortes histológicos (laminillas), y en este último caso es necesario que conozcamos la dirección que tiene el corte para facilitar la orientación y entendimiento (fig. 1-4).

Otros términos de uso frecuente son *proximal* y *distal*. El primero se refiere a la estructura más cercana al sitio de origen y el segundo a la más alejada, por ejemplo: el brazo es proximal al antebrazo y este es proximal a la mano (fig. 1-6).

6 RESUMEN



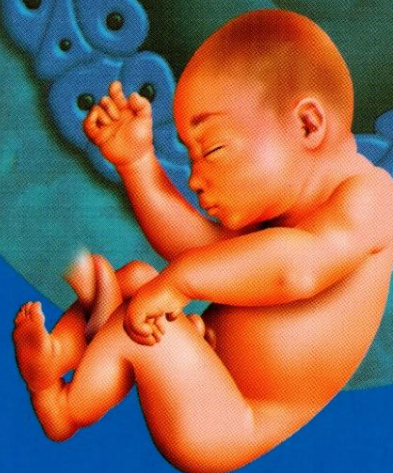
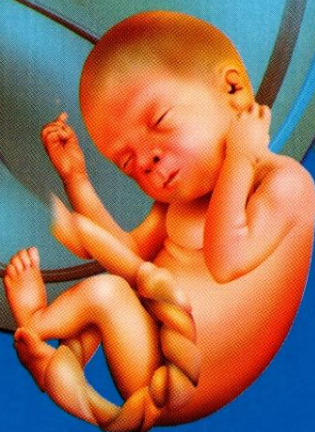
- El período embrionario comprende las 8 primeras semanas de la vida prenatal y durante este ocurre la organogénesis. Se divide en etapa embrionaria presomática y etapa embrionaria somática.
- El período fetal abarca desde la novena semana hasta el momento del nacimiento, y durante este acontece el crecimiento y maduración de todos los aparatos y sistemas del cuerpo.
- En embriología, los términos *derecho* e *izquierdo* se utilizan para describir los lados derecho e izquierdo del embrión/feto; *ventral* y *dorsal* para describir la parte anterior y posterior; y *craneal* (cefálico) y *caudal* para describir los extremos superior e inferior.
- Se considera plano *sagital* o *medial* a aquel que divide al cuerpo en un lado derecho y un lado izquierdo, plano *coronal* o *frontal* al que divide al cuerpo en una mitad ventral y otra dorsal, y plano *transversal* al que divide el cuerpo en una mitad craneal y otra caudal.
- De igual manera, se considera *proximal* o *distal* a la región o estructura que queda más cerca o más alejada de su origen, respectivamente.

7 LECTURAS RECOMENDADAS

- Aase JM. Diagnóstico dismorfológico por el pediatra. Clin Ped Norteam. Genética Médica-Parte 1. 1992; 1: 135.
- Anónimo. Does the Qur'an plagiarise ancient Greek embryology? Disponible en: <http://www.quranicstudies.com/articles/medical-miracles/does-the-quran-plagiarise-ancient-greek-embryology.html>
- Carlson BM. Embriología humana y biología del desarrollo. 4a edición. Barcelona: Elsevier Mosby; 2009.
- De la Garza CE. Cuaderno de trabajo de biología del desarrollo. México: Facultad de Medicina, UANL; 2007.
- Häggquist G. Physiology or Medicine 1935 – Nobel Prize Presentation Speech. Disponible en: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1935/press.html (acceso: 24 Jun 2012).
- Moore KL, Persaud TVN. Embriología clínica. 8ª edición. Barcelona: Elsevier Saunders; 2008.
- Nomina Embryologica. 2ª edición. En: Nomina Anatomica. 5a edición. Baltimore: Williams & Wilkins; 1983.
- O'Rahilly R, Müller F. Developmental stages of human embryos. Carneg Inst Wash Publ. 1987; 637: 1.
- Pansky B. Review of medical embryology. New York: Macmillan Publishing Co.; 1982.
- Roe SA. Rationalism and embryology: Caspar Friedrich Wolff's theory of epigenesis. J Hist Biol. 1979; 12: 1.
- Sadler TW. Langman. Embriología médica. 12a edición. Barcelona: Wolters Kluwer – Lippincott – Williams & Wilkins; 2012.
- Streeter GL. Developmental horizons in human embryos. Description of age group XI, 13 to 20 somites, and age group XII, 21 to 29 somites. Contrib Embryol. 1942; 30: 211.
- Streeter GL. Developmental horizons in human embryos. Description of age group XIII, embryos about 4 or 5 millimeters long, and age group XIV, period of indentation of lens vesicle. Contrib Embryol. 1945; 31: 27.
- Streeter GL. Developmental horizons in human embryos. Description of age group XV, XVI, XVII and XVIII. Contrib Embryol. 1948; 32: 133.
- Streeter GL. Developmental horizons in human embryos. Description of age group XIX, XX, XXI, XXII, and XXIII. Contrib Embryol. 1951; 34: 165.
- Nobel Foundation. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1995. Disponible en: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1995/ (acceso: 24 Jun 2012).
- Wellner K. Hans Spemann. Embryo Project Encyclopedia (2010). ISSN: 1940-5030.

Arteaga Martínez • García Peláez

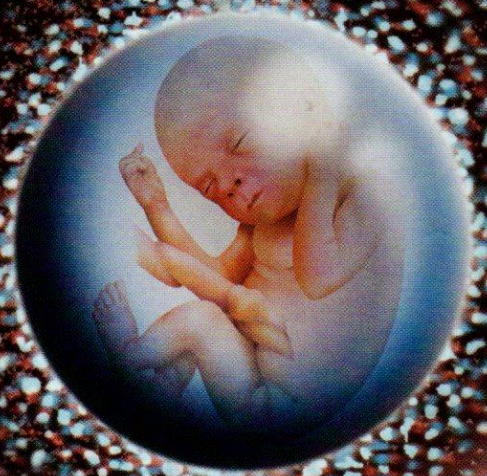
Embriología Humana y Biología del desarrollo



Incluye sitio web complementario
www.medicapanamericana.com/embriologia/artea

EDITORIAL MEDICA
panamericana

Embriología Humana y Biología del desarrollo



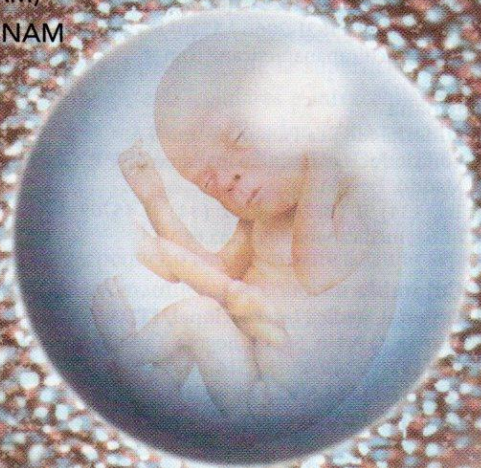
Embriología Humana y Biología del desarrollo

Dr. Sebastián Manuel Arteaga Martínez

Jefe del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Profesor de Carrera Titular B de la Facultad de Medicina, UNAM
Profesor de las asignaturas de Biología del Desarrollo y de Anatomía en la Facultad de Medicina, UNAM
Profesor Titular de Biología del Desarrollo en la Escuela de Medicina de la Universidad Panamericana
Expresidente de la Sociedad Mexicana de Anatomía, A.C.
Secretario Ejecutivo de la Asociación Panamericana de Anatomía
México

Dra. María Isabel García Peláez

Profesora de Carrera Asociado C de la Facultad de Medicina, UNAM
Profesora de las asignaturas de Biología del Desarrollo y de Histología Médica en la Facultad de Medicina, UNAM
Profesora Titular de Biología del Desarrollo en la Escuela de Medicina de la Universidad Panamericana
Presidenta Ejecutiva de la Sociedad Mexicana de Anatomía, A.C.
México



EDITORIAL MEDICA
panamericana

BUENOS AIRES • BOGOTÁ • CARACAS • MADRID • MÉXICO • PORTO ALEGRE

www.medicapanamericana.com

Título: Embriología Humana y Biología del Desarrollo
© Sebastian Manuel Arteaga Martínez / María Isabel García Peláez
© 2013 Editorial Médica Panamericana, S.A de C.V.

Los editores han hecho todos los esfuerzos para localizar a los poseedores del copyright del material fuente utilizado. Si inadvertidamente hubieran omitido alguno, con gusto harán los arreglos necesarios en la primera oportunidad que se les presente para tal fin.

Gracias por comprar el original. Este libro es producto del esfuerzo de profesionales como usted, o de sus profesores, si usted es estudiante. Tenga en cuenta que fotocopiarlo es una falta de respeto hacia ellos y un robo de sus derechos intelectuales.

Las ciencias de la salud están en permanente cambio. A medida que las nuevas investigaciones y la experiencia clínica amplían nuestro conocimiento, se requieren modificaciones en las modalidades terapéuticas y en los tratamientos farmacológicos. Los autores de esta obra han verificado toda la información con fuentes confiables para asegurarse de que ésta sea completa y acorde con los estándares aceptados en el momento de la publicación. Sin embargo, en vista de la posibilidad de un error humano o de cambios en las ciencias de la salud, ni los autores, ni la editorial o cualquier otra persona implicada en la preparación o la publicación de este trabajo, garantizan que la totalidad de la información aquí contenida sea exacta o completa y no se responsabilizan por errores u omisiones o por los resultados obtenidos del uso de esta información. Se aconseja a los lectores confirmarla con otras fuentes. Por ejemplo, y en particular, se recomienda a los lectores revisar el prospecto de cada fármaco que planean administrar para cerciorarse de que la información contenida en este libro sea correcta y que no se hayan producido cambios en las dosis sugeridas o en las contraindicaciones para su administración. Esta recomendación cobra especial importancia con relación a fármacos nuevos o de uso infrecuente.



Argentina

Editorial Médica Panamericana S.A.
Marcelo T. de Alvear 2145 (1122), Buenos Aires, Argentina.
Tels.: (54-11) 4821-2066 / 5520/ Fax: (54-11) 4821-1214
info@medicapanamericana.com

España

Editorial Médica Panamericana S.A.
Edificio Arcis c/ Quintanapalla no 8, 4º B, (28050)
Madrid, España
Tel.: (34) 91 1317821 / Fax: (34) 91 4570919
info@medicapanamericana.es

Colombia

Editorial Médica Internacional, LTDA
Carrera 7a A No. 69-19, Bogotá, Colombia.
Tel.: (57-1) 345-4508 / 314-5014
Fax: (57-1) 314-5015/ 345-0019
infomp@medicapanamericana.com.co

México

Editorial Médica Panamericana S.A. de C.V.
Hegel No. 141, 2º. piso, Col. Chapultepec Morales,
Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11570, México, D.F.
Tels.: (52-55) 5250-0664 / 5203-0176 /
Fax: (52-55) 2624-2827
infomp@medicapanamericana.com.mx

Venezuela

Editorial Médica Panamericana C.A.
Edificio Polar, Torre Oeste, Piso 6, Of. 6-C Plaza Venezuela.
Urbanización Los Caobos Parroquia El Recreo,
Municipio Liberador Caracas DC., Venezuela.
Tels.: (58-212) 793-2857 / 6906 / 5985 / 1666
Fax: (58-212) 793-5885
info@medicapanamericana.com.ve

Visite nuestra página Web:
www.medicapanamericana.com

ISBN: 978-607-7743-92-7



Embriología humana y biología del desarrollo / [editores] Sebastián
Manuel Arteaga Martínez, María Isabel García Peláez. -- México :
Editorial Médica Panamericana, 2013.
xxvii, 570 páginas : ilustraciones ; 27 cm.

Incluye índice
ISBN 978-607-7743-92-7

1. Embriología humana – Instrucción programada. 2. Reproducción
humana – Instrucción programada. 3. Feto – Desarrollo – Instrucción
programada. I. Arteaga Martínez, Sebastián Manuel, editor. II. García
Peláez, María Isabel, editor. III. título.

612.646-scdd21

Biblioteca Nacional de México

Impreso en México / Printed in Mexico

Todos los derechos reservados. Este libro o cualquiera de sus partes no podrán ser reproducidos ni archivados en sistemas recuperables, ni transmitidos en ninguna forma o por ningún medio, ya sean mecánicos o electrónicos, fotocopias, grabaciones o cualquier otro, sin el permiso previo de Editorial Médica Panamericana, S.A de C.V.

© 2013 Editorial Médica Panamericana, S.A. de C.V.
Hegel 141, 2do. piso, Col. Chapultepec Morales, C.P. 11570, México, D.F.