

# Capítulo

# 6

## Objetivos

Al finalizar el estudio del contenido de esta unidad, el alumno estará en condiciones de :

1. Explicar las razones de los plegamientos longitudinal y transversal en embriones y su influencia sobre las membranas embrionarias.
2. Nombrar los derivados de las 3 capas embrionarias.
3. Dada una base de criterio, calcular la edad de los embriones
4. Describir los principales cambios que le ocurre al embrión en su aspecto externo.

## Período Embrionario

El período embrionario transcurre desde el inicio de la 4ª semana hasta el final de la 8ª semana (días 22° al 56° del desarrollo), tiempo en el cual comienzan a desarrollarse las principales estructuras externas e internas. La exposición del embrión a un teratógeno durante estas semanas, constituye el período más crítico del desarrollo, pues pueden producirse las principales malformaciones congénitas. En este período ocurren los plegamientos longitudinal y transversal del embrión.

Las 3 capas germinativas primordiales se diferencian en varios tejidos y órganos y, al final de este período, se han establecido los primordios de los principales sistemas orgánicos, aunque la función de muchos de sus órganos sea mínima, con la excepción del sistema cardiovascular. Por esta razón a este período se le llama también **período organogénético**. La apariencia externa del embrión se ha modificado por la formación del cerebro, hígado, somitas, miembros, oídos y ojos. Así, el embrión tiene ya características que le dan un aspecto indudablemente humano.



## Plegamientos del embrión

El establecimiento gradual de la forma del cuerpo resulta del plegamiento del disco embrionario plano hasta producir un embrión relativamente cilíndrico. Este plegamiento, tanto en el plano longitudinal como transversal, es producido por el crecimiento rápido del embrión, especialmente del tubo neural. La formación de los pliegues longitudinal y transversal es un proceso simultáneo de constricción a nivel de la unión entre el embrión y el saco vitelino.

### 1.- Plegamientos longitudinales

La plegadura en el plano longitudinal produce el pliegue cefálico y el pliegue caudal, que dan por resultado que las regiones craneal y caudal, se doblen en sentido ventral. La Fig. 6-1 muestra una secuencia de dibujos que ilustran los plegamientos cefálico y caudal (flechas dentro de la cavidad amniótica), que le ocurren al embrión desde el comienzo de la cuarta semana.

a) **Pliegue cefálico** : el cerebro anterior crece en dirección craneal más allá de la membrana bucofaríngea y sobresale por encima del corazón primitivo. Corazón y membrana bucofaríngea quedan ahora en posición ventral.

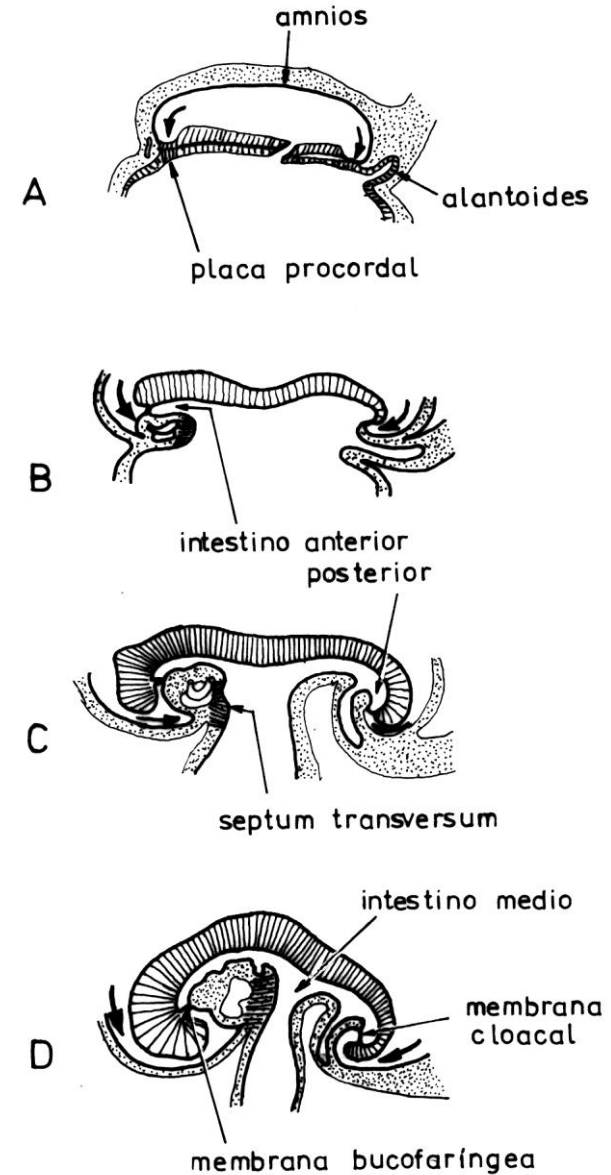


Figura 6-1. Secuencia de dibujos que muestran los plegamientos cefálico y caudal

Después de concluido el plegamiento, la masa de tejido mesodérmico ubicado craneal al celoma pericárdico, llamado tabique ó **septo transverso** quedará ubicado en posición caudal al corazón primitivo (ver Fig. 6-1 B-D). Parte del saco vitelino se incorpora en el embrión formando el **intestino anterior**, el cual estará ubicado entre el cerebro y el corazón, terminando en la membrana bucofaríngea (ver Fig. 6-1 B-D y Fig. 6-2 B). Esta membrana separa el intestino anterior del **estomodeo** o cavidad bucal primitiva (ver Fig. 6-2 B)

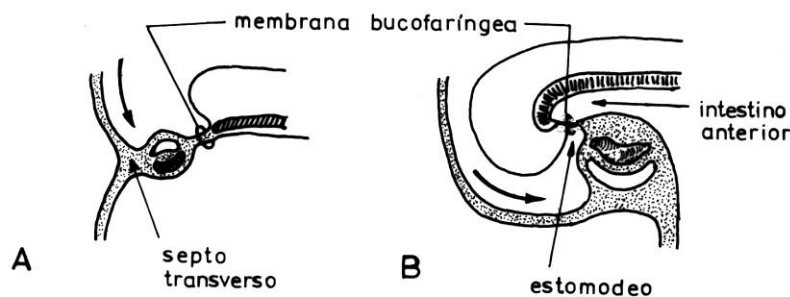


Figura 6-2. Dibujos de cortes longitudinales de la región cefálica de un embrión al inicio (A) y al final (B) de la 4ª semana. Observe que el septo transverso, el corazón y la cavidad pericárdica se desplazan de una posición cefálica con respecto a la membrana bucofaríngea a otra ventrocaudal.

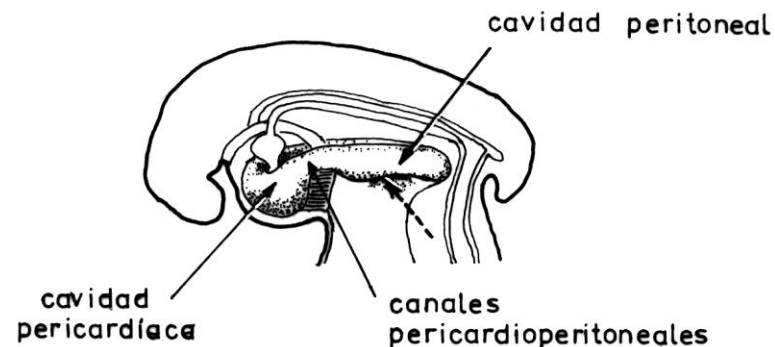


Figura 6-3. Dibujo esquemático de un embrión de 26 a 27 días, después de los procesos de plegamiento. Se observa que la cavidad pericárdica yace ahora ventralmente, que los canales pericardioperitoneales corren dorsalmente a cada lado del intestino anterior y que la cavidad peritoneal (celoma intraembrionario) se comunica con el celoma extraembrionario (flecha segmentada).

El pliegue cefálico afecta también la disposición del celoma intraembrionario. Antes del pliegue, el celoma era una cavidad aplanada en forma de herradura; después del pliegue, el celoma ha conformado tres espacios (ver Fig.6-3) : la **cavidad pericárdica** que yace ventral al corazón; los **canales pericardioperitoneales** o pleurales, que corren dorsalmente al septo transverso; y la **cavidad peritoneal**, ubicada caudal al septo transverso. En este estado, la cavidad peritoneal aún se comunica ampliamente con el celoma extraembrionario.

b) **Pliegue caudal** : El pliegue del extremo caudal del embrión ocurre un poco después que el cefálico. El pliegue caudal resulta del crecimiento caudal y dorsal del tubo neural. La región de la cola se proyecta sobre la **membrana cloacal**, la cual yace en posición ventral (ver Fig. 6-1 D y Fig. 6-4 A). Durante el plegamiento, parte del saco vitelino queda incorporado dentro del embrión, constituyendo el **intestino posterior** (ver Fig. 6-1 C y D). La parte terminal de este intestino se dilata para formar la **cloaca**, separada de la cavidad amniótica por la **membrana cloacal** (ver Fig. 6-4 B). Esta membrana separa la cloaca del proctodeo. Antes del plegamiento caudal (inicio 4ª semana), la línea primitiva yace craneal a la membrana cloacal; después del plegamiento (final 4ª semana), se ubica caudal a ella (ver Fig. 6-4). El pedículo de fijación queda unido ahora a la superficie ventral del embrión y el alantoides queda parcialmente incorporado dentro del embrión, conectado ampliamente con la cloaca.

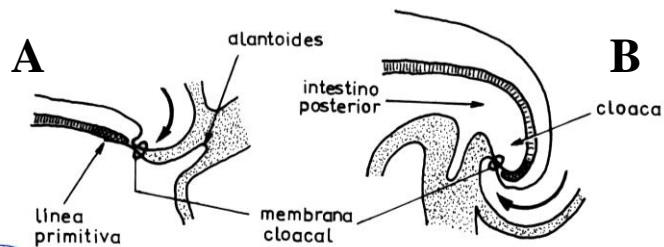


Figura 6-4. Dibujos que muestran el plegamiento caudal. Observe la disposición de la membrana cloacal y la formación del proctodeo (flecha en B)

## 2. Plegamientos transversales

El pliegue del embrión en el plano transversal produce los pliegues laterales derecho e izquierdo. Cada pliegue lateral, en la que la somatopleura se pliega hacia la línea media, dobla los bordes del disco embrionario ventralmente, produciendo la forma cilíndrica del embrión (ver Fig. 6-5 A-F).

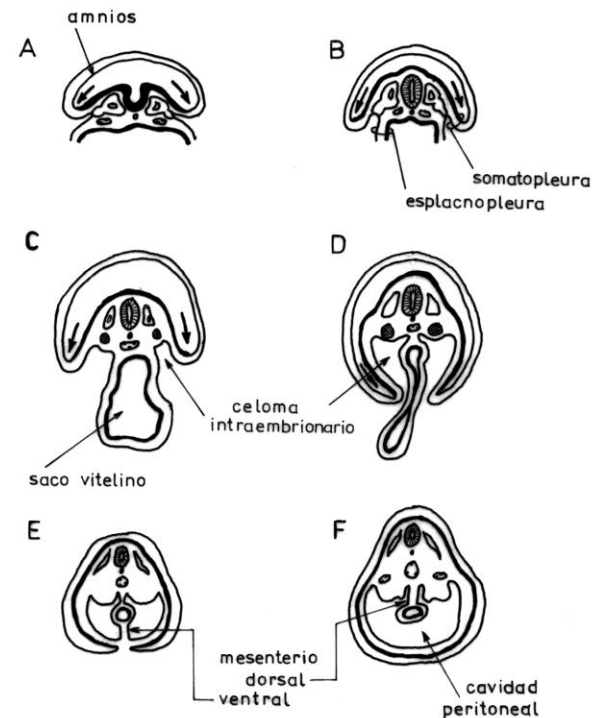


Figura 6-5. Secuencia de dibujos que muestran los eventos que suceden durante el plegamiento lateral

Parte del saco vitelino queda incorporado en el embrión formando el **intestino medio**. La conexión del saco vitelino con el intestino medio se estrecha cada vez más formando el **conducto vitelino**. La región de unión del amnios con el embrión se reduce a una zona estrecha conocida como **ombligo**. Los pliegues laterales reducen la comunicación entre los celomas extraembrionario e intraembrionario; sin embargo, una estrecha comunicación persiste hasta la 10ª semana.

## Derivados de las tres capas embrionarias

### 1- DEL ECTODERMO

#### 1.1. ECTODERMO SUPERFICIAL :

- \* epidermis, pelos y uñas
- \* glándulas cutáneas y mamarias
- \* adenohipófisis
- \* esmalte de los dientes
- \* oído interno
- \* cristalino

#### 1.2. NEUROECTODERMO :

- \* tubo neural :
  - sistema nervioso central
  - retina
  - glándula pineal
  - neurohipófisis
- \* cresta neural :
  - ganglios y nervios craneales
  - médula adrenal
  - célula de Schwann
  - odontoblastos
  - regiones basales neurocráneo
  - neuronas postganglionares autónomas de ganglios entéricos

### 2. DEL MESODERMO

#### 2.1. MESODERMO CEFALICO :

- \* cráneo
- \* músculos y tejido conectivo de la cabeza
- \* dentina



## 2.2. MESODERMO PARAXIL :

- \* músculos del tronco
- \* esqueleto (excepto cráneo)
- \* dermis
- \* tejido conectivo

## 2.3. MESODERMO INTERMEDIO :

- \* sistema urogenital (excepto genitales ext)

## 2.4. MESODERMO LATERAL :

- \* músculos viscerales
- \* membranas serosas de pleura, pericardio y peritoneo
- \* células sanguíneas
- \* sistema cardiovascular y linfático
- \* bazo
- \* corteza adrenal

## 3. DEL ENDODERMO

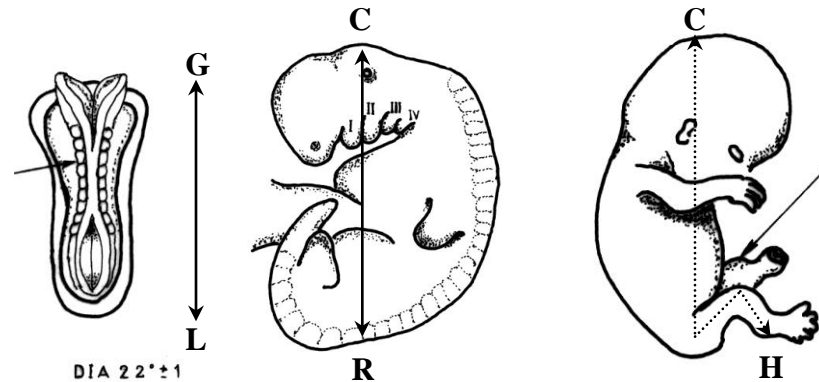
- \* epitelio traqueal, bronquial y pulmonar
- \* epitelio tracto digestivo y glándulas anexas
- \* epitelio faringe
- \* epitelio vejiga urinaria
- \* cavidad timpánica y trompa de Eustaquio
- \* amígdalas, timo, tiroides y paratiroides

## Cambios embrionarios externos

Estos cambios externos están resumidos y correlacionados a su edad en la Tabla No 1.

## Métodos de medición embrionaria

En la 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> semanas, los embriones son casi rectos, por tanto, las mediciones que se pueden efectuar corresponde a la longitud mayor: **G-L**. Cuando el embrión se muestra curvado puede aplicarse la medición de la longitud coronilla a rabadilla: **C - R**, es la más usada. También puede usarse la estatura erecta, la longitud de la coronilla al talón: **C - H**, la cual es usada en embriones de 7 o más semanas.





**Tabla 1.** Criterios para calcular la edad de los embriones durante el período embrionario.

Días ± 1	Número Somitas	Longitud C-R mm	Principales característica externas	Ver Figura
21	1-3	1,5 - 3	Embrión esencialmente recto. Evidente el pliegue cefálico. Aparecen primeras somitas	6 - 6 A
22	4-12	2 - 3,5	Embrión recto o levemente curvo. Pliegues neurales han fusionado somitas opuestas. Neuroporos anterior y posterior abiertos	6 - 6 B
24	13-20	2,5 - 4,5	Embrión curvo cefálico y caudalmente. Neuroporos anterior cerrándose y posterior abierto. Aparece la placoda ótica. Se forman las vesículas ópticas. Visibles 2 primeros arcos faríngeos	6 - 6 C
26	21 - 30	3 - 5	Embrión en forma de C. Visibles 3 Arcos faríngeos. Evidente prominencia cardíaca. Cerebro anterior produce prominencia. Aparecen las yemas de extremidades anteriores. Aparecen las fositas óticas	6 - 7 A
29	31 - 35	4 - 6	Visibles 4 arcos faríngeos. Neuroporo posterior cerrado. Yemas de extremidades superiores en forma de aletas. Aparecen yemas de extremidades inferiores. Visible la placoda del cristalino	6 - 7 B
31	* *	5 - 7	Extremidad superior en forma de pala. Extremidad inferior en forma de aleta. Visibles fosita del cristalino y nasal	6 - 7 C

C.R. : longitud coronilla-rabadilla

\* \* : a partir de este momento, el número de somitas deja de ser un criterio útil para estimar la edad de un embrión.

Adaptado de Embriología Clínica por Kaieth Moore, 1999



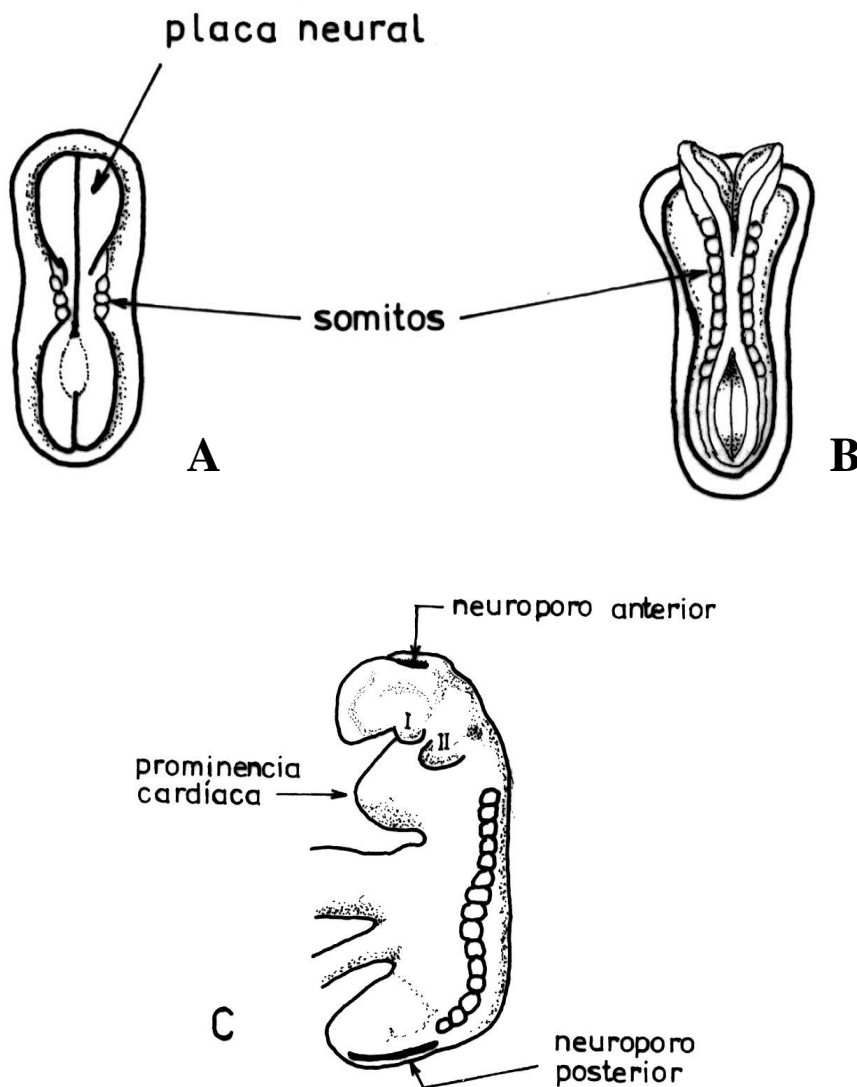
Días ± 1	Número Somitas	Longitud C-R mm	Principales característica externas	Ver Figura
34		7 – 9	Visible la placa de la mano. Extremidad inferior en forma de pala. Muñeca y codo visibles. Cristalino y narinas definitivas. Visible el seno cervical	6 – 8 A
38		8 – 11	Rayos de dedos en placa de mano. Aparece la placa del pie. Prominencias auriculares. Pigmento del ojo	6 – 8 B
42		11 – 14	Escotadura entre rayos digitales en la placa de la mano. Rayos de los dedos del pie en la placa del pie. Comienza a enderezarse el tronco. Vesículas encefálicas prominentes	6 – 8 C
45		13 – 17	Escotadura entre rayos de los dedos de los pies. Tocones de los dedos. Párpados visibles	6 – 9 A
46		16 – 18	Dedos de la mano cortos y unidos por membrana. Puntas de los dedos hinchadas. Protrusión en el cordón umbilical. Cola reducida.	
50		18 – 22	Dedos de los pies cortos y unidos por membrana. Dedos de la mano alargados. Pulgares hinchados. Oído externo definido. Plexo vascular en el cráneo.	
52		22 – 24	Dedos de manos definidos. Manos y pies se aproximan uno a otro. Muñón de cola.	6 – 9 B
54		23 – 28	Dedos de los pies definidos. Orejas y párpados bien desarrollados.	
56		27 – 31	Cabeza, tronco y extremidades con características humanas. Cola ha desaparecido. Evidente hernia umbilical fisiológica.	6 – 9 C

C.R. : longitud coronilla–rabadilla



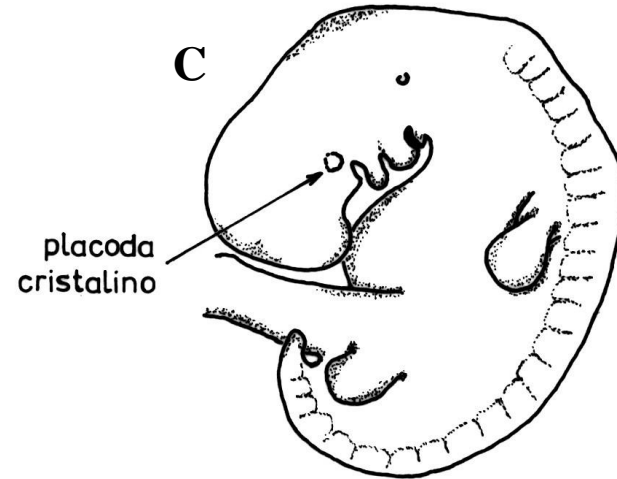
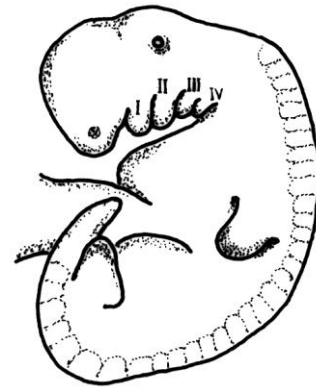
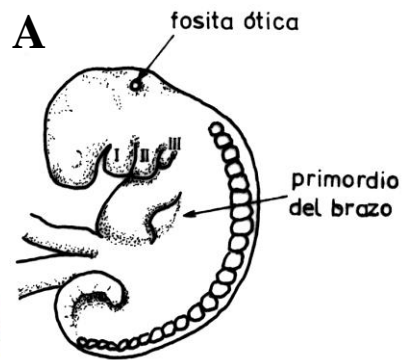


Dibujos esquemáticos que muestran embriones durante el período embrionario.



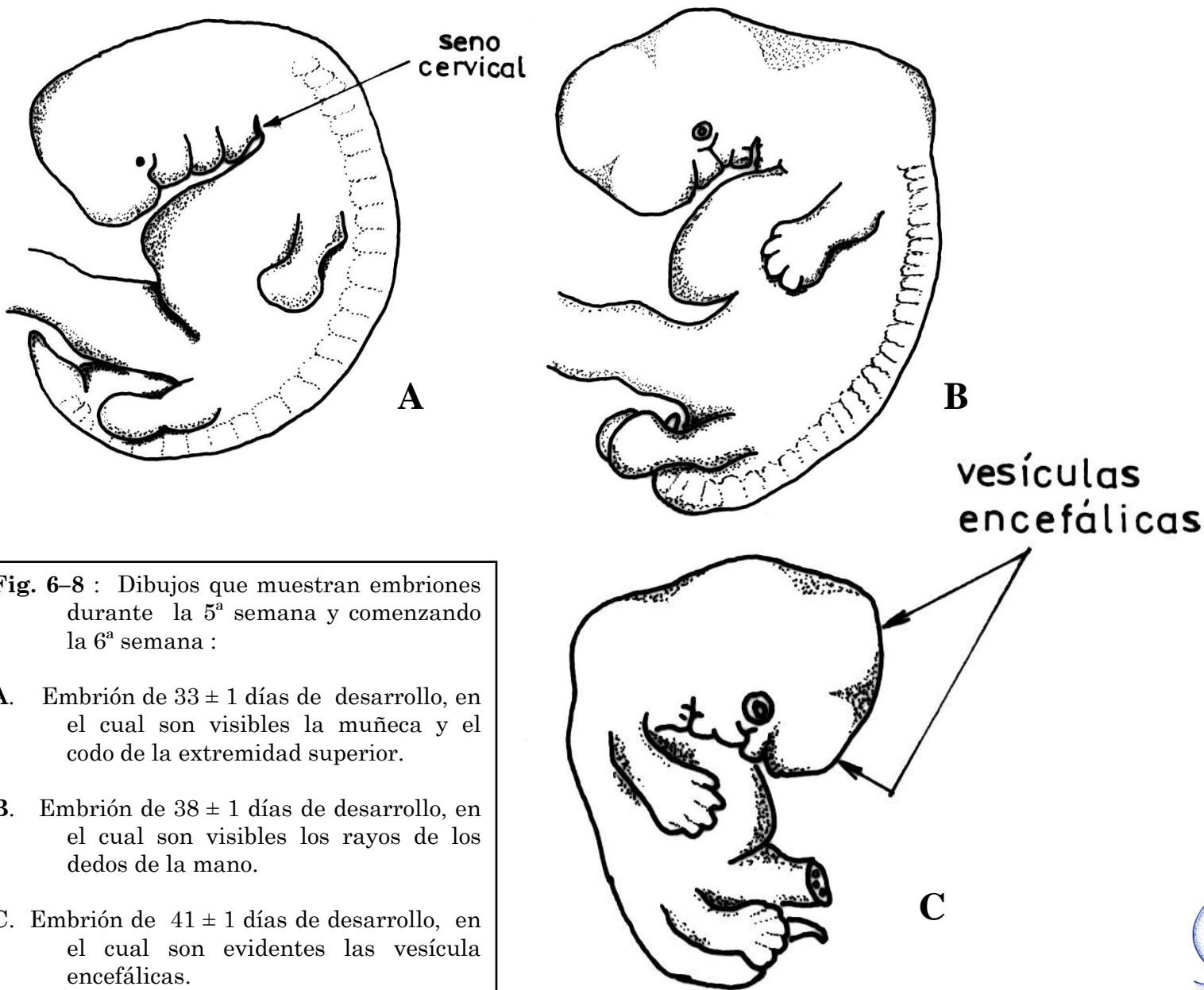
**Fig. 6-6 :** Dibujos que muestran embriones al iniciarse la 4<sup>a</sup> semana.

- A. Embrión de  $21 \pm 1$  días de desarrollo el cual evidencia de 1 a 3 somitas.
- B. Embrión de  $22 \pm 1$  días de desarrollo con 4 a 12 somitas, neuroporos anterior y posterior abiertos e iniciándose la formación del tubo neural.
- C. Embrión de  $24 \pm 1$  días de desarrollo, curvado céfalo-caudalmente. Neuroporo anterior cerrándose y neuroporo posterior abierto. Son evidentes los dos primeros arcos faríngeos (números romanos I y II).



**Fig. 6-7 :** Dibujos que muestran embriones al finalizar la 4<sup>a</sup> semana y comenzar la 5<sup>a</sup> semana :

- A. Embrión de  $26 \pm 1$  días de desarrollo, en forma de C, con evidente prominencia cardíaca y 3 arcos faríngeos (I, II y III). Aparece la fosita ótica y el primordio de las extremidades superiores.
- B. Embrión de  $28 \pm 1$  días de desarrollo, se evidencian 4 arcos faríngeos y la yemas de las extremidades inferiores
- C. Embrión de  $31 \pm 1$  días de desarrollo, son visibles la fosita del cristalino y los procesos maxilar y mandibular.



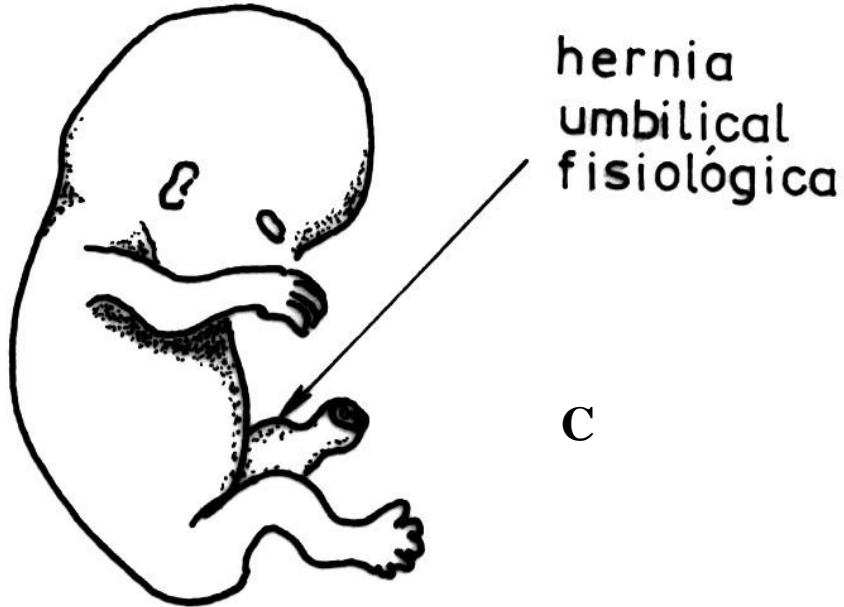
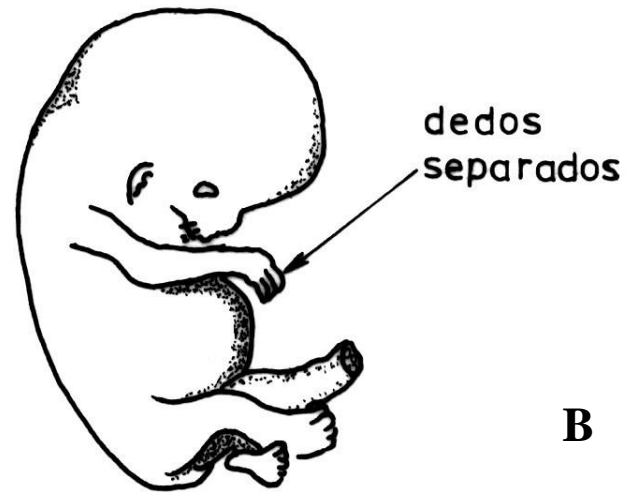
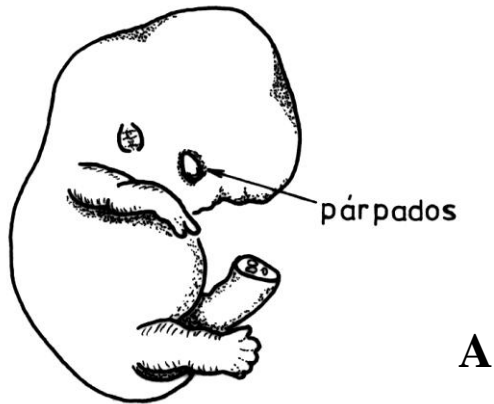


Fig. 6-9 : Dibujos que muestran embriones durante la 6ª semana :

- A. Embrión de  $45 \pm 1$  días de desarrollo en el cual aparecen los párpados.
- B. Embrión de  $52 \pm 1$  días de desarrollo, con los dedos de la mano separados y casi sin cola.
- C. Embrión de  $55 \pm 1$  días de desarrollo, en el cual ya se evidencia la hernia fisiológica.

## RESUMEN

El período embrionario comienza desde el inicio de la 4ª semana y termina al final de la 8ª semana. En estas cinco semanas se logra la forma redondeada del cuerpo y se forman los principales órganos y sistemas orgánicos, razón que asigna a este período el calificativo de período organogenético. Al comenzar la 4ª semana se inician los plegamientos en los planos longitudinal (cefálico y caudal) y transversal (laterales), que convertirán al embrión discoide trilaminar en un embrión cilíndrico en forma de C.

El pliegue cefálico se produce por crecimiento del cerebro anterior por sobre la membrana bucofaríngea; ésta y el corazón primitivo quedan en posición ventro-caudal. La porción del saco vitelino ubicado entre el cerebro y el corazón forma el intestino anterior. El celoma intraembrionario conforma 3 cavidades : pericardiaca, pleural y peritoneal.

El pliegue caudal se produce por crecimiento caudal del tubo neural, por sobre la membrana cloacal. La porción del saco vitelino ubicado dentro del embrión, forma el intestino posterior, cuya porción más caudal se ensancha constituyendo la cloaca.

Los pliegues laterales derecho e izquierdo se producen por crecimiento de la somatopleura hacia la línea media e incorpora una porción del saco vitelino para formar el intestino medio, quedando una estrecha comunicación entre ambos : el conducto vitelino.

A medida que el amnios se expande, va envolviendo el tallo de conexión, el saco vitelino y el alantoides, conformando una nueva estructura : el cordón umbilical.

Las 3 capas germinativas se diferencian en varios tejidos y órganos, en tal forma que al final del período se han conformado los principales sistemas orgánicos del embrión. De aquí que este período sea el más crítico del desarrollo, debido a la alta susceptibilidad a teratógenos que originan las principales malformaciones congénitas.

La determinación de la edad del embrión durante las dos primeras semanas de este período se logra midiendo la longitud mayor (longitud G-L). Cuando el embrión está curvado puede medirse la distancia coronilla-rabadiila (longitud C-R) o coronilla-talón (longitud C-H).





## Autoevaluación



Anteponga la letra **V** ó la letra **F** si considera que la frase sea VERDADERA ó FALSA, respectivamente:

- \_\_\_ 1. El primordio de la mayoría de las estructuras externas e internas se desarrolla durante el período embrionario
- \_\_\_ 2. El cerebro primitivo crece por sobre la membrana bucofaringea y cuelga sobre el corazón primitivo
- \_\_\_ 3. Los plegamientos longitudinales craneal y caudal determinan la formación de los intestinos anterior y posterior

Preguntas de selección única :

4. Las siguientes son características de la cuarta semana del desarrollo, EXCEPTO :
- a) vesículas encefálicas
  - b) neuroporos
  - c) arcos faríngeos
  - d) vesículas ópticas
  - e) somitas

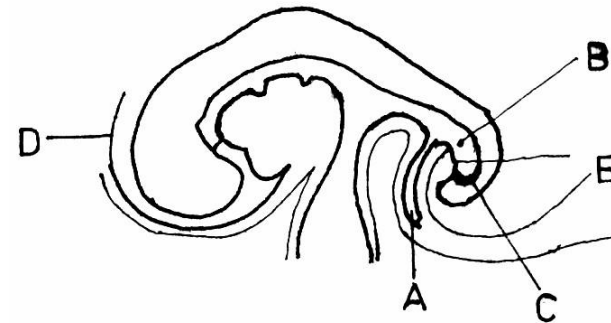
5. ¿Cuál de las estructuras mencionadas NO deriva del neuroectodermo? :

- a) glándula pineal
- b) retina
- c) odontoblastos
- d) cristalino
- e) médula adrenal

6. Sobre el plegamiento del embrión:

- a) el cefálico, formará el intestino anterior
- b) el caudal, formará el intestino posterior
- c) el transversal, formará el intestino medio
- d) resultan de un rápido crecimiento del embrión
- e) todas las anteriores son correctas

7. Anteponga una letra del esquema a cada una de las siguientes frases :



- \_\_\_ a) Cloaca
- \_\_\_ b) Separa la cavidad amniótica de la cloaca
- \_\_\_ c) Alantoides
- \_\_\_ d) Produce el mesodermo
- \_\_\_ e) Amnios