

Lliçó 3. Formació de l'embrió humà. Tercera setmana. Estadis 7-10

3.1. Formació de les capes germinals

Correspon amb l'inici del període embrionari, i es caracteritza per la **formació** de tres elements:

- **Les capes germinals**
- **La notocorda**
- **La tija de connexió**

3.1.1 Capes germinals

Durant el procés de **gastrulació** es produeix la formació de les capes germinals convertint-se el disc embrionari bilaminar en trilaminar. Aquesta fase representa l'inici de la **morfogènesi**.

A l'inici de la tercera setmana (aproximadament el dia 15), en l'extrem caudal de la cara dorsal del disc embrionari, en el pla medial, apareix un engrossiment epiblastic: l'**estria primitiva**. Durant el dia següent, aquesta estructura s'allarga i ocupa aproximadament la meitat de la longitud de l'embrió. A mesura que aquesta estructura s'allarga, en el seu extrem cranial apareix un engrossiment, el **node primitiu**. Progressivament, en l'estria primitiva apareix un solc central (solc primitiu) que es continua amb una depressió en el node primitiu (**fòvea primitiva**).

L'aparició de la línia primitiva estableix la zona del futur eix longitudinal de simetria de l'adult. Les estructures situades a la dreta d'aquesta zona, donaran lloc a la part dreta del cos i, les ubicades a l'esquerra, a la part esquerra. D'aquesta forma a la tercera setmana del desenvolupament queden establerts els eixos fonamentals del cos.

Les cèl·lules epiblastiques properes a la línia primitiva proliferen i migren a la part profunda seguint el solc primitiu. Aquestes cèl·lules, inicialment desplacen les cèl·lules de l'hipoblast subjacent per a donar lloc a l'**endoderma**. Simultàniament, algunes de les cèl·lules epiblastiques en migració formen una xarxa de teixit conjuntiu anomenat **mesènquima** o **mesoblast**, entre l'epiblast i l'endoderma en formació. Part d'aquest teixit mesenquimatós forma una capa que es coneix com a **mesoderma intraembrionari**. L'epiblast passa en aquest moment a denominar-se **ectoderma intraembrionari**.

Tot aquest procés dona lloc a la formació de les capes germinals de l'embrió que són el primordi de tots els teixits i òrgans. L'estria primitiva disminueix progressivament de grandària i acaba constituint una estructura insignificant en la regió sacrococcígia de l'embrió.

3.1.2 Procés notocordal i el notocordi

La migració de cèl·lules mesenquimatoses en sentit cranial des del node primitiu forma un cordó cel·lular medial que es coneix com **procés notocordal**. Aquest adquireix una llum i es converteix en un conducte que rep la denominació de **conducte notocordal**. Aquest procés creix entre l'ectoderma i l'endoderma en direcció cranial fins que arriba a la **placa precordal**, petita àrea endodèrmica que s'uneix a l'ectoderma, que la cobreix i forma la **membrana bucofaringia** ocupant l'àrea de la futura boca.

Algunes cèl·lules de l'estria primitiva migren a cada costat del procés notocordal formant el mesoderma cardiogènic, en l'àrea cardiògena, on començarà a desenvolupar-se el cor al final de la tercera setmana.

Caudal a l'estria primitiva es troba un àrea circular coneguda com **membrana cloacal**.

La **notocorda** es forma com a transformació del procés notocordal, defineix l'eix primitiu de l'embrió i indica el futur lloc de la columna vertebral. Els passos següents per al seu desenvolupament (aprox. 18-23 dies. Estadis 7-8) són els següents:

1. A mesura que s'allarga el procés notocordal es forma el conducte notocordal des del node primitiu fins a la placa procordal.
2. El sòl del procés notocordal es fusiona amb l'endoderma embrionari subjacent.
3. Les àrees que es fusionen degeneren ràpidament apareixent una comunicació del conducte notocordal amb el sac vitel·lí.
4. Desapareix el conducte notocordal. La fòvea primitiva persisteix durant algun temps com a conducte neuroentèric. La resta del procés notocordal persisteix com la **placa precordal**.
5. En l'extrem cranial s'inicia la proliferació de cèl·lules notocordals i la placa notocordal s'invagina per a formar la notocorda.
6. La notocorda es desprèn de l'endoderma.

Al voltant de la notocorda es formarà posteriorment la columna vertebral. La notocorda en el desenvolupament degenera i desapareix a mesura que es formen els cossos vertebrals. Durant el desenvolupament embrionari la notocorda indueix l'ectoderma que el recobreix a la formació de la placa neural i el primordi del sistema nerviós central.

3.1.3 Al lantoide

L'al·lantoide apareix com un petit diverticle en la paret caudal del sac vitel·lí que s'estén cap a la tija de connexió. En embrions humans roman molt petita, però participa en la formació inicial de la sang i se la relaciona amb el desenvolupament de la bufeta urinària.

3.2. Neurulació. Desenvolupament dels somites. Desenvolupament del celoma intraembrionari

Rep la denominació de **neurulació** el procés relacionat amb la formació del tub neural que constitueix l'esbós embrionari del sistema nerviós. Aquests processos tenen lloc durant la quarta setmana del desenvolupament (Estadi 9). Durant aquest període de forma simultània es produeixen canvis a nivell del mesoderma embrionari que donaran lloc a la formació dels **somites** i a la formació del **celoma intraembrionari**.

3.2.1 Placa i tub neurals. Crestes neurals.

L'ectoderma embrionari situat per sobre de la notocorda es va engrossint formant la denominada **placa neural**. La zona de cèl·lules ectodèrmiques que donen lloc a la seva formació rep la denominació de **neuroectoderma**. Inicialment, la longitud de la placa neural és igual que la de la notocorda subjacent, a mesura que s'allarga aquesta, la placa neural s'eixampla i s'estén en sentit cranial fins a la membrana bucofaringia i posteriorment més enllà de la notocorda.

La placa neural s'invagina en tot el seu recorregut al llarg del seu eix central per a formar el **solc neural** que finalment es fusiona donant lloc al **tub neural** el qual té obertures en els seus pols cranial i caudal denominades **neuròpor** rostral i caudal. Finalment el tub neural es separa de l'ectoderma superficial.

Durant tot aquest procés algunes cèl·lules neuroectodèrmiques al llarg dels plecs neurals perden les seves unions amb les cèl·lules veïnes i migren a cada costat del tub neural formant les denominades **crestes neurals**. Algunes cèl·lules de les crestes neurals migren en direccions

lateral i central i es dispersen dins del mesènquima. De les crestes neurals apareixeran els ganglis raquidis, les meninges i diversos elements, com ja s'estudiarà en l'apartat corresponent a la embriologia del sistema nerviós, així com components esquelètics i musculars del cap.

3.3. Desenvolupament dels somites

A mesura que es desenvolupen la notocorda i el tub neural, el mesoderma intraembrionari, a cada costat d'aquells, prolifera per a formar una columna longitudinal gruixuda denominada **mesoderma paraaxial**. Cap als costats, es continua amb l'anomenat mesoderma intermedi que que ara s'aprima poc a poc i continua en una capa de **mesoderma lateral** que continua lateralment amb el mesoderma extraembrionari que recobreix el sac vitel·lí i l'amni.

El mesoderma paraaxial comença a dividir-se en parells de **bossos cuboides** que es denominen somites. Aquests blocs de mesoderma es localitzen a cada costat del **tub neural** i la **notocorda** en desenvolupament i formen un nombre total de 38-39 parells. Els somites comencen a aparèixer en la regió occipital de l'embrió i es desenvolupen progressivament en **direcció crani-caudal**, de manera que, quan són visibles, el seu nombre pot ser d'utilitat per a determinar l'edat d'un embrió. Dels somites es formaran una part dels **ossos**, la **musculatura** i la **dermis**.

3.4. Desenvolupament del celoma intraembrionari

El **celoma intraembrionari** apareix com a petits espais aïllats en el mesoderma lateral i el mesoderma cardiogènic. Aquests espais coalesceixen per a constituir una cavitat en forma de ferradura en el mesoderma (celoma intraembrionari) que divideix el mesoderma lateral en dues capes en contacte amb l'ectoderma (**somatopleura** o capa parietal) i amb l'endoderma (**esplacnopleura** o capa visceral).

El celoma intraembrionari durant el segon mes donarà lloc a tres cavitats corporals: pericàrdica, pleural i peritoneal.

3.5. Desenvolupament temprà de l'Aparell Cardiovascular

Durant la tercera setmana comença el procés denominat angiogènesi a nivell del mesoderma extraembrionari i es desenvolupa la circulació placentària primitiva.

3.5.1 Angiogènesi i Hematogènesi.

La formació de vasos sanguinis i de sang embrionària durant la tercera setmana segueix els següents processos:

1. Cèl·lules mesenquimatoses denominades **angioblasts** s'agreguen per a formar grups aïllats (**illots sanguinis**), dins d'aquests apareixen cavitats per confluència d'esquerdes intercel·lulars.
2. Els angioblastes s'aplanen per a donar lloc a les **cèl·lules endotelials** que es disposen al voltant d'aquestes cavitats per a formar l'endoteli primitiu.
3. Aquestes cavitats es fusionen per a formar xarxes de conductes endotelials.
4. Els vasos s'estenen cap a àrees veïnes per brots endotelials i fusió amb d'altres vasos.

La sang es forma a partir de les cèl·lules endotelials a mesura que es desenvolupen els vasos. La formació de sang s'inicia durant la cinquena setmana a nivell del mesènquima embrionari, principalment fetge, medul·la òssia, melsa i ganglis limfàtics.

El cor i els grans vasos es formaran a partir de cèl·lules mesenquimatoses en l' **àrea cardíogena**. Abans de finalitzar la tercera setmana, es desenvolupen un parell de conductes longitudinals coberts d' endoteli anomenats tubs cardíacs que es fusionen per a donar lloc al **tub cardíac** primitiu que s' uneix als vasos sanguinis en l' embrió, tija de connexió, còrion i sac vitel·lí per a formar l' aparell cardiovascular primitiu. Cap al final de la tercera setmana circula la sang i el cor comença a bategar, sent el primer sistema d' òrgans que arriben a la funcionalitat.

3.6. Desenvolupament de vellositats corials

Les **vellositats coriòniques primàries** es ramifiquen i el mesènquima al voltant creix formant-se les **vellositats coriòniques secundàries**, que cobreixen la superfície del sac coriònic. En les vellositats es diferencien vasos sanguinis, moment a partir del qual comencen a denominar-se **vellositats terciàries**. Aquests vasos s' uneixen amb el cor primitiu a través de la tija embrionària a través de vasos que es diferencien en el mesènquima del còrion i la tija de connexió.

D' aquesta forma comença a **fluir sang en l' embrió** al finalitzar la tercera setmana. L' oxigen i els nutrients difonen per les parets de les vellositats (membranes placentàries) i passen a la sang de l' embrió. El diòxid de carboni i les deixalles difonen per la sang dels capil·lars fetals a través de les parets de les vellositats cap a la sang materna.