

# PROGRAMA DE "HISTOLOGIA DEL DESARROLLO"

## I. INTRODUCCION

1. Desarrollo de los seres vivos: fases y significado biológico. Esquema general del desarrollo embrionario en metazoos. Niveles de organización en el desarrollo embrionario. Polaridad del embrión: ejes y planos de referencia.

## II. GAMETOS Y FECUNDACION

2. **El espermatozoide.** Patrones morfofuncionales del gameto masculino y su relación con el modo de fecundación. Espermatozoides flagelados. Espermatozoide tipo primitivo. El espermatozoide tipo modificado como modelo de mamíferos. Diversidad filogenética del tipo modificado: complejo axial, membranas ondulantes y derivados mitocondriales. Espermatozoides aflagelados. Significado funcional del acrosoma y del filamento acrosómico. Espermatogénesis.
3. **El óvulo (I).** Ovogénesis y actividad nuclear. Maduración del oocito: diferenciación citoplasmática. Gránulos corticales. Estructura y naturaleza del vitelo. Tipos de huevos con relación al vitelo: oligolecitos, heterolecitos, telolecitos y centrolecitos. El huevo alecito.
4. **El óvulo (II).** Organización estructural del oocito maduro: polos animal y vegetativo. Matriz extracelular del oocito. Características de la capa vitelina. Origen y desarrollo de las cubiertas ovulares: patrones filogenéticos. El albumen y la cáscara del huevo de aves. Componentes celulares de la "corona radiata" de mamíferos.
5. **Fecundación (I).** Procesos preparatorios a la fecundación. Penetración de cubiertas ovulares: la reacción acrosómica del espermatozoide. Fases de la reacción acrosómica en equinodermos y mamíferos. Fusión del oolema con la membrana del espermatozoide: el "cono de fecundación". Capacidad fusogénica del oolema.
6. **Fecundación (II).** Penetración del espermatozoide en el citoplasma ovular. Programa de desarrollo del núcleo. Fase de dispersión del núcleo espermático. Pronúcleos y fusión nuclear. Prevención de la polispermia. Despolarización del oolema. Reacción cortical: formación de la membrana de fecundación y de la capa hialina. Respuestas tempranas y tardías a la activación del óvulo.

## III. BASES CELULARES DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

7. Proliferación y diferenciación celular. Determinación celular. Patrón temporal de determinación: desarrollo embrionario regulativo y en mosaico. Origen de la determinación: segregación citoplasmática e interacciones celulares. Inducción embrionaria: modificación del plan de desarrollo preestablecido. Capacidad de respuesta al inductor: competencia celular. Naturaleza y transmisión del estímulo inductor. Recepción y transducción de señales. Información posicional.

## IV. PLURALIDAD CELULAR Y PATRON CORPORAL DEL EMBRION

8. **Segmentación.** Esquema general del proceso. Subdivisión progresiva del cigoto: los blastómeros. Características del ciclo de división celular. Mórula. Patrones de segmentación holoblástica y meroblástica. Blástula y blastocelo. Potencialidad de los blastómeros. Territorios presuntivos y mapas de destino.
9. **Gastrulación.** Formación de las hojas blastodérmicas o germinales. Embrión triblástico y patrón corporal. Blastoporo y arquenteron. Movimientos morfogenéticos en la formación de la gástrula: invaginación, involución, recubrimiento, delaminación e ingreso. Diferenciación de los blastómeros y expresión del genoma embrionario.

## V. PATRONES DE EMBRIOGENESIS TEMPRANA

10. **Desarrollo temprano en equinodermos.** Tipos de segmentación holoblástica radial. Mecanismo de formación y expansión de la blástula. Territorios presuntivos. Gastrulación. Ingreso y migración de las células del mesénquima primario. Invaginación de la placa vegetal. Formación del mesénquima secundario. Desarrollo del arquenteron. Polaridad del embrión.
11. **Determinación del eje corporal en anfibios.** Rotación del córtex: el creciente gris. Segregación de determinantes morfogenéticos maternos. Simetría bilateral del cigoto: experimentos de Spemann. Dorsalización:  $\beta$ -catenina y mecanismo de rotación cortical.
12. **Segmentación en anfibios.** Programa de división celular y actividad del genoma embrionario. Etapas de la segmentación. Integridad funcional de los blastómeros: el blastocele. Blastogénesis: uniones intercelulares y gradiente osmótico.
13. **Gastrulación en anfibios.** Morfología externa: surco blastopórico y tapón vitelino. Esquema general de los movimientos morfogenéticos. Territorios presuntivos en la blástula y distribución espacial de las hojas blastodérmicas en formación. Diversidad filogenética de los mapas de destino.
14. **Mecanismos celulares en la gastrulación de anfibios.** Invaginación y delimitación del surco blastopórico: las células en botella. Internamiento del futuro endodermo: blastómeros vitelinos. El presunto mesodermo: movimientos de involución y migración. Epibolia del futuro ectodermo: blastómeros animales. Interacciones celulares y determinantes citoplasmáticos maternos.
15. **Regulación en anfibios.** Inducción embrionaria primaria. El organizador de Spemann. Mapas de destino y determinantes morfogenéticos. Inducción mesodérmica. El centro de Nieuwkoop.
16. **Segmentación en aves.** Etapas de la segmentación meroblástica discoidal. Espacio subgerminal y vitelo. Regionalización del blastodisco: áreas pelúcida y opaca. Blastogénesis: blastodisco bilaminar. Ontogenia del hipoblasto: establecimiento de la polaridad del embrión.
17. **Gastrulación en aves.** Morfología externa: componentes de la línea primitiva. Extensión y regresión de la línea primitiva: etapas sucesivas de la gastrulación. Esquema general de los movimientos morfogenéticos. Territorios presuntivos en el epiblasto. El hipoblasto y la inducción de la línea primitiva.
18. **Mecanismos celulares en la gastrulación de aves.** Ingreso de células epiblasticas. Destino del epiblasto internado: endodermo y mesodermo. Migración de células mesenquimáticas en el blastocele. Sustitución del hipoblasto por el endodermo. Las células epiblasticas precursoras del ectodermo.
19. **Regulación en aves.** El nudo de Hensen como organizador embrionario. Actividad inductora de la zona marginal posterior.
20. **Segmentación en mamíferos.** La segmentación holoblástica rotacional. Etapas pre- y postimplantacionales. División celular y actividad precoz del genoma embrionario. Compactación del embrión: segregación espacial y diferenciación de los blastómeros. Cavitación de la mórula. Blastocisto: masa celular interna y trofoblasto. Blastogénesis: epi- e hipoblasto.
21. **Gastrulación en mamíferos.** La implantación del blastocisto: superficial o intersticial. Embrión bilaminar y gastrulación. Línea primitiva e internamiento de células epiblasticas. Constitución de las tres hojas blastodérmicas: el embrión trilaminar. Huevo cilíndrico. Establecimiento del eje anteroposterior.

## VI. ORGANOGENESIS EN VERTEBRADOS

22. **Neurulación.** Esquema general del proceso. La placa neural: movimientos morfogenéticos. Destino del neuroectodermo: tubo neural y crestas neurales. Inducción neural: cordamesodermo y endomesodermo faríngeo. Diferenciación del ectodermo dorsal. Neurulación y plegamiento corporal.
23. **Desarrollo de las hojas blastodérmicas.** Esquema general de la organogénesis. Diferenciación regional del mesodermo en la gastrulación tardía. El cordamesodermo. Cavitación de las placas mesodérmicas laterales: celoma. Somatopleuras y esplacnopleuras. Pliegues y cavidades corporales.
24. **Derivados del tubo neural (I).** Origen del tejido nervioso en el sistema nervioso central. Delimitación de encéfalo y médula espinal. Vesículas cefálicas primarias: prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo. Regionalización morfofuncional en las vesículas cefálicas definitivas. Vesículas ópticas.

25. **Derivados del tubo neural (II).** Neurohistogénesis. Neuroepitelio germinal. Patron tripartito Neuroblastos y glioblastos. Desarrollo de la médula espinal: zona germinal, manto y zona marginal. Asociaciones neuronales en el encéfalo: núcleos nerviosos y cortezas. Neocortex cerebral: patrón general en la migración de neuroblastos. Cortex cerebeloso: contribución de una zona germinal secundaria.
26. **Derivados de la cresta neural.** Desplazamientos celulares. Ruta migratoria dorsolateral: diferenciación en células pigmentarias. Ruta migratoria ventral: diferenciación en células mesenquimáticas, glándulas endocrinas, y tejido nervioso del sistema nervioso periférico.
27. **Otros derivados ectodérmicos.** Ectodermo cutáneo: desarrollo de epidermis y estructuras asociadas. Las placodas sensoriales del ectodermo cefálico. Vesículas óticas: relación con el mielencéfalo. Sacos olfatorios: relación con el telencéfalo. Vesícula del cristalino: relación con el caliz óptico.
28. **Derivados mesodérmicos.** La notocorda. Mesodermo cefálico. Mesodermo dorsal: diferenciación de los somitas. Mesodermo intermedio: desarrollo del aparato excretor. Mesodermo de la placa lateral. Componentes somáticos del aparato reproductor. Angiogénesis y aparato cardiovascular.
29. **Derivados endodérmicos.** El tubo digestivo primitivo. Componentes epiteliales del aparato digestivo y de sus glándulas anejas. Componentes epiteliales del aparato respiratorio.

## VII. ANEJOS EMBRIONARIOS EN VERTEBRADOS

30. **Anejo embrionario.** El modelo de los vertebrados amniotas. Constitución bilaminar de las membranas extraembrionaria: somatopleuras y esplacnopleuras. El celoma extraembrionario. Saco vitelino de aves: esplacnopleura extraembrionaria y vitelo. Endodermo extraembrionario: absorción de vitelo y síntesis de proteínas plasmáticas. Mesodermo extraembrionario: angiogénesis y hematopoyesis.
31. **Amnios y corion de aves.** Los pliegues amnióticos: somatopleuras extraembrionarias. El líquido amniótico. Diferenciación muscular en el mesodermo amniótico. El origen mixto del corion: plegamiento amniótico y epibolia del epiblasto. Ectodermo coriónico y absorción de calcio. Cavidad coriónica.
32. **Alantoides de aves.** Origen: tubo digestivo y esplacnopleura extraembrionaria. Crecimiento del alantoides en el celoma extraembrionario. Función primaria: vesícula urinaria. Diferenciación vascular en el mesodermo corioalantoico. Intercambios respiratorios y transporte de calcio. Relación de arterias y venas alantoicas con la circulación sanguínea del embrión.
33. **Anejos embrionarios de mamíferos.** El saco vitelino: hipoblasto y revestimiento del lecitocelo. Amnios y corion. Trofoblasto y constitución del corion. Amniogénesis por plegamiento. Amniogénesis por cavitación. Modelos humano y de roedores.
34. **Alantoides de mamíferos.** El mesodermo alantoico: diferenciación vascular y su relación con la circulación sanguínea del embrión. Tráfico de nutrientes y gases respiratorios. Significado funcional de las placentas materna y fetal. La placenta corioalantoica. Velloidades coriónicas. Constitución tisular de la barrera placentaria. La conexión feto-madre: placentas decidua e indecidua.

## BIBLIOGRAFIA BASICA

- Balinsky, B.I.: Introducción a la Embriología (ed. Omega).
- Carlson, B.M.: Embriología Básica de Patten (ed. Interamericana- McGraw Hill).
- Carlson, B.M.: Embriología Humana y Biología del Desarrollo (ed. Harcourt).
- Gilbert, S.F.: Biología del Desarrollo (ed. Panamericana).
- Müller, W.A.: Developmental Biology (ed. Springer).
- Sadler, T.W.: Langman Embriología médica. Con orientación clínica (ed. Panamericana).
- Slack, J.M.W.: Essential Developmental Biology. (ed. Blackwell).
- Wolpert, L.: Principles of Development (ed. Oxford University Press).