

# 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 morfológicos del gameto masculino y su relación con el modo de fecundación. Espermatoides flagelados. Espermatozoide tipo primitivo. El espermatozoide tipo modificado como modelo de mamíferos. Diversidad filogenética del tipo modificado: complejo axial, membranas ondulantes y derivados mitocondriales. Espermatoides aflagelados. Significado funcional del acrosoma y del filamento acrosómico. Espermatoformación.
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 zigoto: los blastómeros. Características del ciclo de división celular. Mórula. Patrones de segmentación holoblástica y meroblastica. Blástula y blastocele. Potencialidad de los blastómeros. Territorios presuntivos y mapas de destino.
9. **Gastrulación.** Formación de las hojas blastodérmicas o germinales. Embrión tríblástico y patrón corporal. Blastoporo y arquénteron. 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 arquénteron. Polaridad del embrión.
11. **Segmentación en anfibios.** Simetrización precoz del zigoto y establecimiento del eje corporal. La rotación del córtex citoplasmático: el creciente gris. Etapas de la segmentación holoblástica radial.

Blastogénesis: uniones intercelulares y gradiente osmótico. Programa de división celular y actividad del genoma embrionario.

12. **Gastrulación en anfibios.** Morfología externa: blastoporo 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.
13. **Mecanismos celulares en la gastrulación de anfibios.** Epibolia del futuro ectodermo: blastómeros animales. Invaginación y delimitación del surco blastopórico: las células “en botella”. Interiorización del futuro endodermo: blastómeros vitelinos. El futuro mesodermo: movimiento de involución y migración. Interacciones celulares y determinantes citoplasmáticos maternos.
14. **Segmentación en aves.** Etapas de la segmentación meroblastica discoidal. Espacio subgerminal y vitelo. Regionalización del blastodisco: áreas pelúcida y opaca. Blastogénesis y embrión diblástico. Ontogenia del hipoblasto: establecimiento de la polaridad del embrión.
15. **Gastrulación en aves.** Morfología externa: 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 como inductor de la línea primitiva.
16. **Mecanismos celulares en la gastrulación de aves.** Ingreso de células epiblasticas: las células “en botella”. Destino del epiblasto interiorizado: endodermo y mesodermo. Migración de células mesenquimáticas en el blastocele. Sustitución del hipoblasto por el endodermo. Las células epiblasticas precursoras del ectodermo.
17. **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. Epiblasto e hipoblasto.
18. **Gastrulación en mamíferos.** La implantación del blastocisto. Blastodisco bilaminar y gastrulación. Línea primitiva e interiorización de células epiblasticas. Constitución de las tres hojas blastodérmicas.

## VI. ORGANOGENESIS EN VERTEBRADOS

19. **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.
20. **Neurulación.** Esquema general del proceso. Diferenciación del ectodermo dorsal. La placa neural. El cordamesodermo como inductor neural. Movimientos morfogenéticos en el desarrollo de la placa neural. Destino del neuroectodermo: tubo neural y crestas neurales. Neurulación en anfibios. Neurulación en aves y mamíferos.
21. **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.
22. **Derivados del tubo neural II.** Neurohistogénesis. Neuroepitelio germinal. Neuroblastos y glioblastos. Desarrollo de la médula espinal: zona germinal, manto y zona marginal. Asociaciones neuronales en el encéfalo: núcleos nerviosos y cortezas estratificadas. Neocortex cerebral: patrón general en la migración de neuroblastos. Corteza cerebelosa: la contribución de una zona germinal secundaria.
23. **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. Introducción a la histogénesis de ganglios, nervios y terminaciones nerviosas.
24. **Otros derivados ectodérmicos.** Ectodermo cutáneo: desarrollo de epidermis y estructuras asociadas. Las placodas sensoriales del ectodermo cefálico. Vesículas ópticas: relación con el mielencéfalo. Sacos olfatorios: relación con el telencéfalo. Vesícula del cristalino: relación con el caliz óptico.
25. **Derivados mesodérmicos.** La notocorda. Mesodermo cefálico. Mesodermo dorsal: diferenciación de los somitas. Mesodermo intermedio: desarrollo del aparato excretor. Mesodermo de la placa lateral. Tejidos muscular y conectivos. Componentes somáticos del aparato reproductor. Angiogénesis y aparato cardiovascular.

26. **Derivados endodérmicos.** El tubo digestivo primitivo. Componentes epiteliales del aparato digestivo y de sus glándulas anejas. Componentes epiteliales del aparato respiratorio.
27. **La línea germinal.** Células germinales primordiales. Rutas migratorias. Las células germinales primordiales de anfibios. El plasma germinal de anuros. El creciente germinal de aves y la circulación sanguínea vitelina. El modelo de mamíferos.

## VII. ANEJOS EMBRIONARIOS EN VERTEBRADOS

28. **Anejo embrionario.** Concepto. El modelo de los vertebrados amniotas. Constitución bilaminar de las "membranas" extraembrionarias. El celoma extraembrionario.
29. **Saco vitelino de aves.** Continente y contenido del saco vitelino: esplacnopleura extraembrionaria y vitelo. La gastrulación y el recubrimiento membranoso del vitelo. Diferenciación del endodermo extraembrionario: absorción de vitelo y síntesis de proteínas plasmáticas. Diferenciación del mesodermo extraembrionario: angiogénesis y hematopoyesis. Relación de arterias y venas vitelinas con la circulación sanguínea del embrión.
30. **Amnios y corion de aves.** La función de amnios y corion. 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.
31. **Alantoides de aves.** El origen del alantoides: esplacnopleura extraembrionaria y tubo digestivo. Crecimiento del alantoides en el celoma extraembrionario. La 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.
32. **Anejos embrionarios de mamíferos.** Significado del desarrollo embrionario intrauterino. Tipos de implantación del blastocisto: superficial e intersticial. El papel del trofoblasto. Cavidad coriónica y competencia amnios-alantoides. Diversidad ontogenética de las membranas extraembrionarias. El saco vitelino: hipoblasto y revestimiento celular del lecitocele.
33. **Amnios y corion de mamíferos.** La función de amnios y corion. Ontogenia en relación con el tipo de implantación y la etapa del desarrollo embrionario. Trofoblasto y constitución del corion. Amniogénesis por plegamiento: a) gastrulación y plegamiento amniótico, y b) origen mixto del ectodermo coriónico. Amniogénesis por cavitación del blastocisto: el límite trofoblástico de la cavidad preamniótica. Amniogénesis por cavitación de la masa celular interna: los modelos humano y de roedores.
34. **Alantoides de mamíferos.** Regresión filogenética de la vesícula alantoica. Diversidad ontogenética: de los ungulados al modelo humano. El mesodermo alantoico: diferenciación vascular y su relación con la circulación sanguínea del embrión. Tráfico de nutrientes y gases respiratorios.
35. **Placenta.** Significado funcional de las placas materna y fetal. La placenta corioalantoica: relación de los mesodermos coriónico y embrionario. Formación y distribución de las vellosidades coriónicas. Constitución tisular de la barrera placentaria. La conexión feto-madre: placenta 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).
- Gilbert, S.F. : Biología del desarrollo. (ed. Omega).
- Müller, W.A.: Developmental Biology. (ed. Springer).
- Sadler, T.W.: Langman Embriología médica. (ed. Panamericana).