

## PARTE 1: INTRODUCCIÓN

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.

## PARTE 2: GAMETOS Y FECUNDACIÓN

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.

## PARTE 3: 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.

## PARTE 4: PLURALIDAD CELULAR Y PATRÓN CORPORAL DEL EMBRIÓN

### **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 arquénteron. Movimientos morfogénéticos en la formación de la gástrula: invaginación, involución, recubrimiento, delaminación e ingreso. Diferenciación de los blastómeros y expresión del genoma embrionario.

## **PARTE 5: PATRONES DE EMBRIOGÉNESIS 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 cigoto 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 morfogénéticos. 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 meroblástica 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 morfogénéticos. 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.

## **PARTE 6: ORGANOGÉNESIS 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 esplanopleuras. 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. Cortex cerebeloso: 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.

## PARTE 7: 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 lecitocelo.

### **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 placentas 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: placentas decidua e indecidua.

# HISTOLOGIA DEL DESARROLLO

3° y 4° cursos Licenciatura en Biología

## Programa de Clases Prácticas (Unidad de Citología e Histología)

- 1. Patrones de desarrollo embrionario.** Formación del cigoto. Fecundación, meiosis y pronúcleos masculino y femenino en Nemátodos. *Extendidos celulares y cortes tisulares de útero de Ascáridos.*
- 2. La segmentación.** Segmentación holoblástica: a) segmentación radial, *muestras in toto de Equinodermos y Amphioxus*; b) segmentación espiral, *muestras in toto de Nemertinos y Moluscos*; c) segmentación bilateral: *muestras in toto de Nemátodos*. Segmentación meroblástica: blastodisco de peces. Determinantes morfogenéticos: citocinesis y disminución cromosómica en Nemátodos, *muestras de Parascaris.*
- 3. La gastrulación.** Gastrulación en Equinodermos. *Gástrulas in toto de Asteroideos.* Territorios presuntivos. Gastrulación en Moluscos. *Gástrulas in toto de Bivalvos.*
- 4. Desarrollo temprano en Anfibios.** Segmentación y blastogénesis. Gastrulación. *Preparaciones microscópicas de rana. Modelos tridimensionales. Mapas de destino.*
- 5. Organogénesis en Anfibios.** Neurulación: fases de neúrla temprana y tubo neural. Desarrollo de las hojas germinales: fase de “yema caudal” tardía. *Preparaciones microscópicas de rana.*
- 6. Desarrollo temprano en Aves.** Blastodisco y línea primitiva: embriones de pollo (18 h. incubación). Neurulación y plegamiento corporal: embriones de pollo (24 h. incubación). Desarrollo de componentes embrionarios y extraembrionarios: embriones de pollo (33 h. incubación). *Preparados in toto. Cortes histológicos sagitales y transversales. Modelos tridimensionales.*
- 7. Organogénesis en Aves.** Plan corporal básico: embriones de pollo (55 h. incubación). Desarrollo de las hojas blastodérmicas: embriones de pollo (3 a 4 días de incubación). *Preparados in toto. Cortes histológicos sagitales y transversales.*
- 8. Organogénesis en Mamíferos.** Plan corporal básico y derivados blastodérmicos: embriones de cerdo de 10 mm (20 días de gestación). *Secciones histológicas representativas (sagitales y transversales).*