

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 morfológicos 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 ooloema. 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 zigoto: los blastómeros. Características del ciclo de división celular. Mórula. Patrones de segmentación holoblástica y meroblastica. Blástula y blastocele. Potencialidad de los blastomeros. 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.

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 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 epiblásticas: 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 epiblásticas 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 mórlula. 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 epiblásticas. Constitución de las tres hojas blastodérmicas.

PARTE 6: 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 morfológica 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 placas 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 anexas. 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 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 placenas 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.

HISTOLOGIA DEL DESARROLLO

3º y 4º cursos Licenciatura en Biología

Programa de Clases Prácticas (Unidad de Citología e Histología)

1. **Patrones de desarrollo embrionario.** Formación del zigoto. 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 meroblastica: 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 neúrula 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)*.