



Mi Universidad

Trabajo final

Ramón de Jesús Aniceto Mondragón

Parcial IV

Biología del desarrollo

Dr. Miguel de Jesús García Castillo

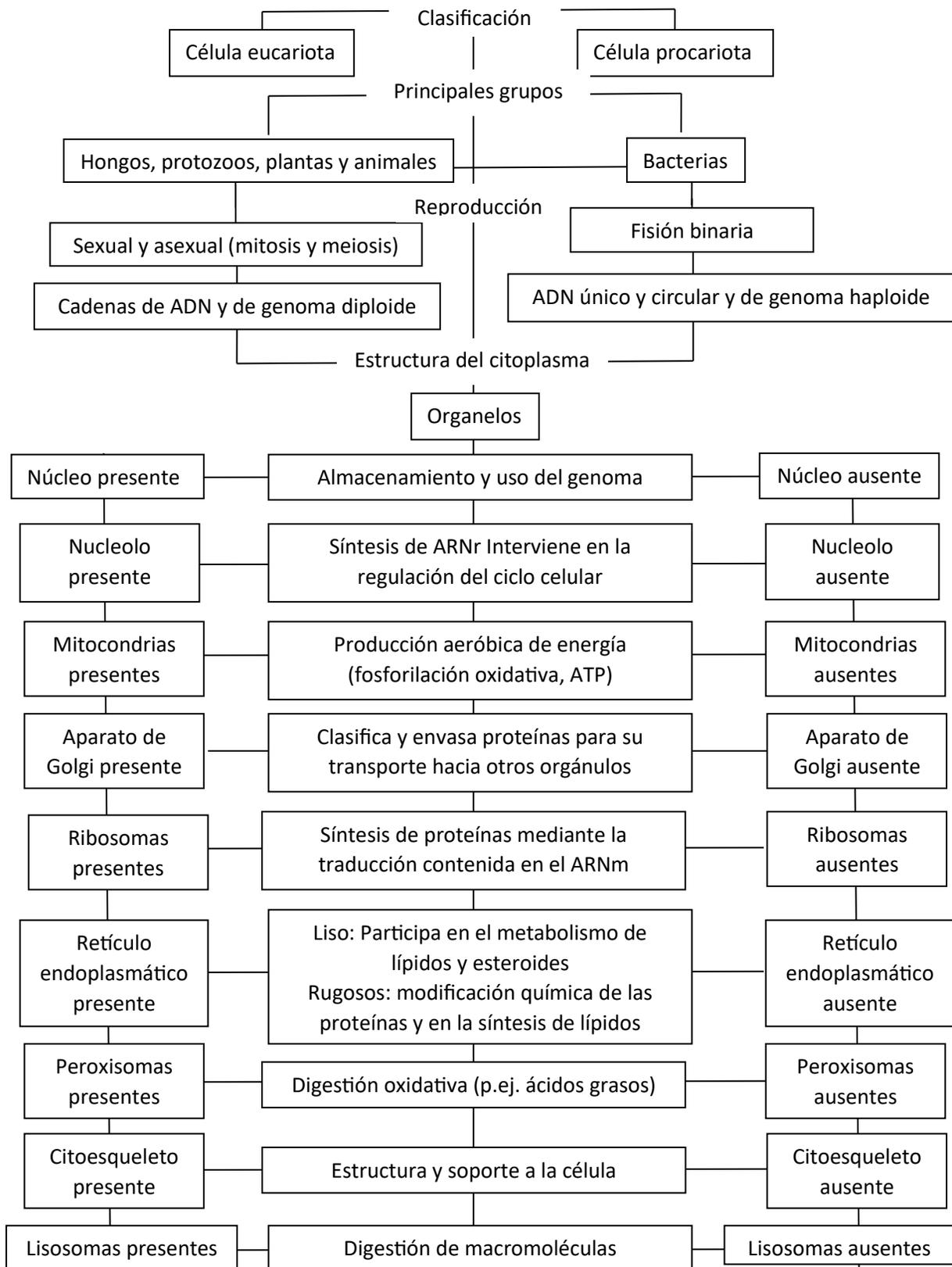
Medicina Humana

Primer semestre

Comitán de Domínguez, Chiapas a 22 de diciembre de 2023

CÉLULA Y SUS ORGANELOS

Unidad básica de la vida es la célula formada por la unión de átomos y moléculas. Estas unidades de la vida, todas juntas, dan lugar al tamaño, la forma y las características de todos los organismos multicelulares



CICLO CÉLULAR

Es una secuencia de pasos que encaminan a las células a crecer y a proliferarse

Este ciclo es regulado para que aquellas células con el DNA dañado no proliferen descontroladamente

Comprende una serie de eventos funcionales, morfológicos y moleculares.

Duración promedio de 16-24 horas, debidamente dividido en dos periodos:

Interfase

Proceso cíclico en que la célula se divide, crece y vuelve a dividirse

Etapas predisponente de células antes de su división celular

Consta de tres fases:

Fase G₀:

Células fuera del ciclo celular

Fase G₁:

Crecimiento inicial

Fase S:

Síntesis de ADN

Fase G₂:

Crecimiento final

División celular:

Meiosis

Proceso de división celular de la cual una célula diploide resulta cuatro células haploides

Espermatozoides y óvulos

Mitosis

Proceso de división celular para células somáticas de la cual una célula diploide resulta una completamente idéntica

Miocytes, cardiomiocytes, osteocytes, neurons, nephrons, etc.

La regulación del ciclo celular

Complejos cdk-ciclina

Los complejos regulan las diferentes etapas de división celular.

El Factor Promotor de la Mitosis el responsable de que las células entre en mitosis consta de dos proteínas:

Cdk-1

Ciclina B

Puntos de control

Existen 4 puntos de control

Punto N°1

Regula el paso de G₁ a S por medio de dos vías

Punto N°2

Regula la transición de S a G₂ y verifica la replicación de DNA

Punto N°3

Regula la transición de G₂ a Mitosis Comprueba replicación de DNA

Punto N°4

Durante la metafase, aparece el "control del huso" para el anclaje cromosómico

MITOSIS Y MEIOSIS

Procesos de división celular de la cual una célula origina a otra respectivamente a su linaje

Mitosis

Es el proceso de división celular de células somáticas por la que de una célula diploide se forma dos células también diploides.

La mitosis es la división involucrada en la reparación y crecimiento de tejidos

La división nuclear o también llamada cariocinesis consta de cuatro etapas:

Profase

Inicia con la condensación de la cromátida a cromosomas y aparición de dos centrosomas los cuales emigran al polo opuesto

Metafase

Los cromosomas se ubican en la placa ecuatorial de la célula y las cromátides se unen a una fibra del huso mitótico

Anafase

Las dos cromátides hermanas comienzan separación por medio del tira y afloja y cada cromosoma emigra al polo opuesto

Telofase

Los cromosomas se reúnen en los polos opuestos y se descondensan cromosomas y los recubren la cubierta nuclear

Meiosis

Es el proceso de división celular por la que de una célula diploide se forman cuatro células haploides genéticamente diferentes.

Es la división celular por la que se forman gametos sexuales

Consta de dos divisiones celulares continuas:

Meiosis I

Profase I

Leptoteno

Cromosomas se condensan y se hacen visibles, formados por dos cromátidas estrechamente unidas y serán visibles al final de la profase

Metafase I

Cigoteno

Sinapsis o apareamiento inicia el alineamiento para formar las tétradas bivalentes mediante las proteínas "cohesinas"

Anafase I

Paquiteno

Sucedee la recombinación genética por el entrecruzamiento de segmentos entre las cromátides de los cromosomas homólogos

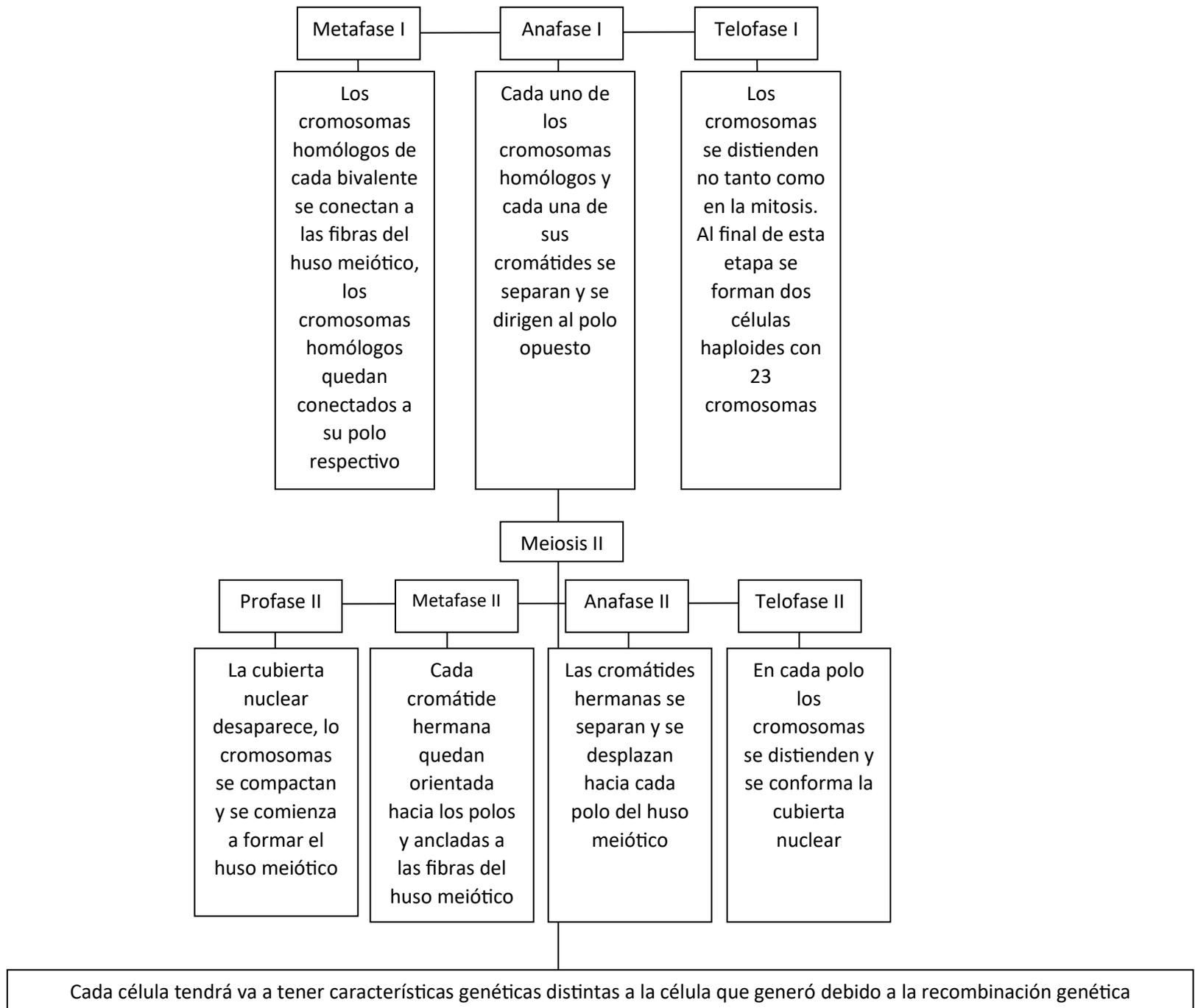
Telofase I

Diploteno

Comienza la separación de los bivalentes que permanecen unidas en el quiasma, puntos en donde se lleva a cabo el entrecruzamiento

Diacinesis

Continúa la condensación cromosómica los bivalentes son compactos, la membrana nuclear comienza a desintegrarse y el huso meiótico se ensambla.



ESPERMATOGÉNESIS

Proceso que ocurre en los túbulos seminíferos de los testículos, mediante el cual la espermatogonia se transforma en espermatozoides maduros

Se inicia en la pubertad y continua durante toda la vida adulta del varón

Sistema genital de conducción

Conductos genitales

Túbulos seminíferos

Etapa embrionaria

Glándulas anexas

Testículos, uretra y unas glándulas anexas o accesorias

Serán los encargados de la maduración fisiológica y del transporte de los espermatozoides

Es dónde ocurrirá la formación y maduración morfológica de los espermatozoides

Estructuras filiformes carentes de luz en su interior reciben el nombre de cordones seminíferos

A través de sus secreciones, sustancias esenciales para la maduración y

En la pubertad los cordones seminíferos se formará una luz interna a lo largo de ellos.

Conformados por células

Externamente revestidas de tejido conectivo peritubular, vasos sanguíneos y células intersticiales (de Leydig)

Internamente revestidas de un epitelio seminífero conformado por:

Sustentaculares (de Sertoli)

Espermatogénicas

Células grandes, con compartimentos donde se alojan células

Actúan como "nodrizas" para paulatinamente transformarlas en espermatozoides.

Las células menos maduras se sitúan en la periferia y las más maduras en la parte central del túbulo

En la pubertad se dividen por mitosis

Situadas al interior de los túbulos seminíferos

Funciones

Células espermatogénicas más primitivas

Soporte a células espermatogénicas y generan un ambiente de alojamiento

Captan Testosterona y FSH

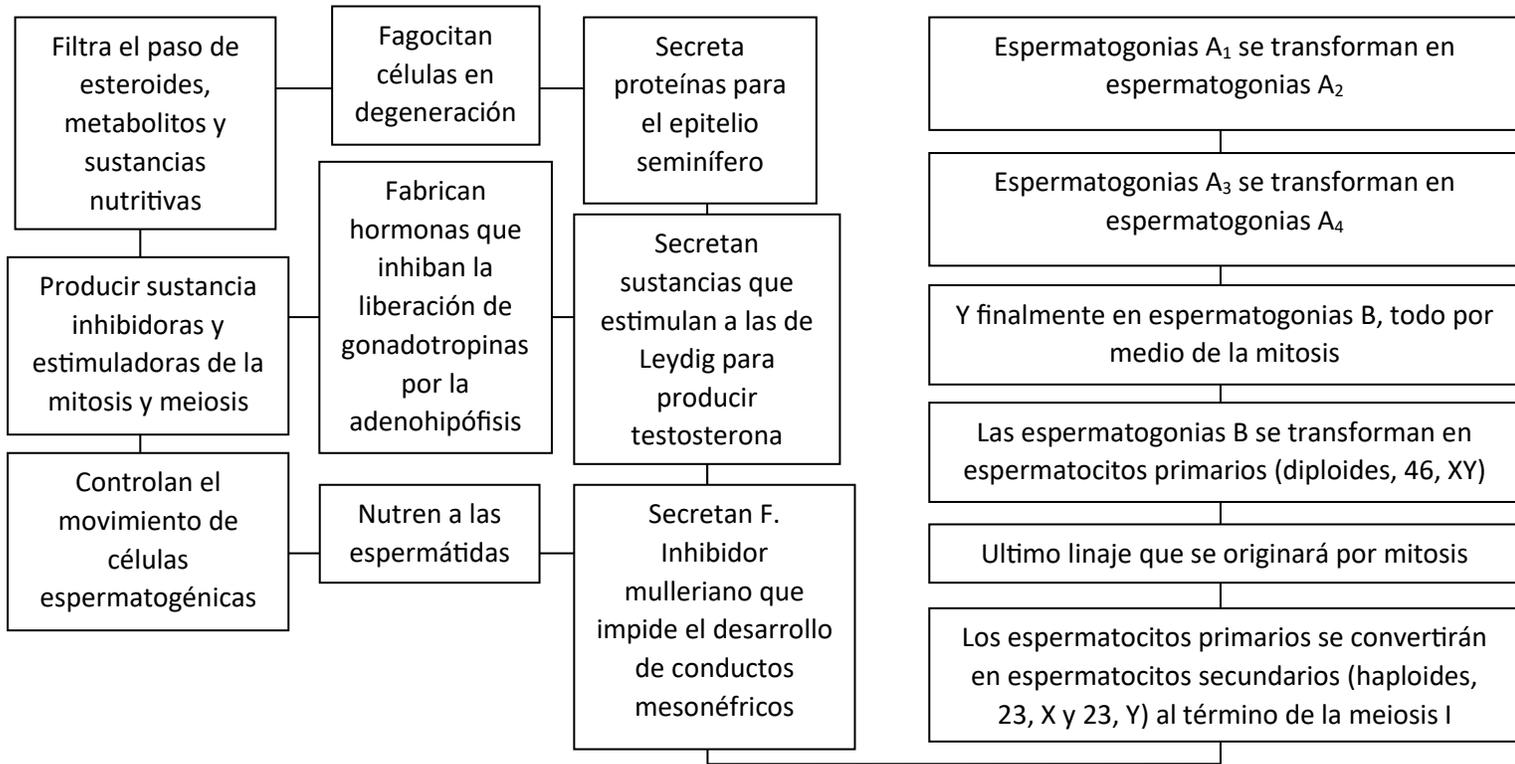
Forman la barrera hematotesticular

Reciben el nombre de "Espermatogonias o células madre espermáticas"

Dotación cromosómica diploide 2n

Situadas en la periferia de los túbulos

Algunas espermatogonias permanecen en reposo y otra siguen su división celular

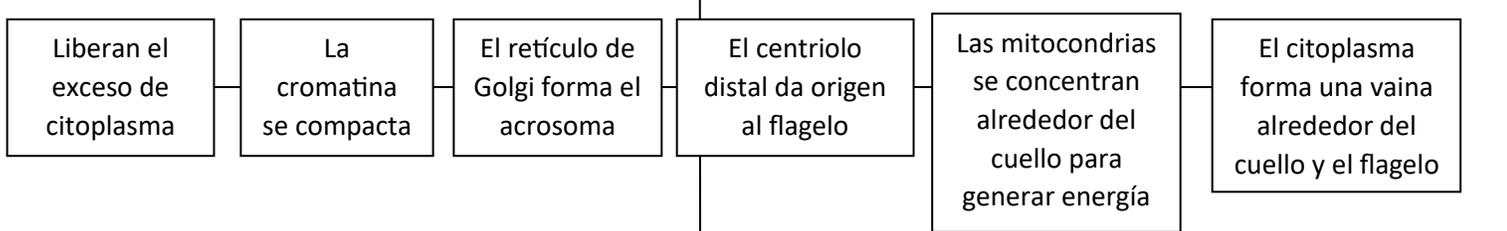


Los espermatocitos primarios se convierten en espermatocitos secundarios (haploides, 23, X y 23, Y) al fin de la meiosis I

Los dos espermatocitos primarios entran a meiosis II, originando a dos espermatidas por cada espermatocito primario

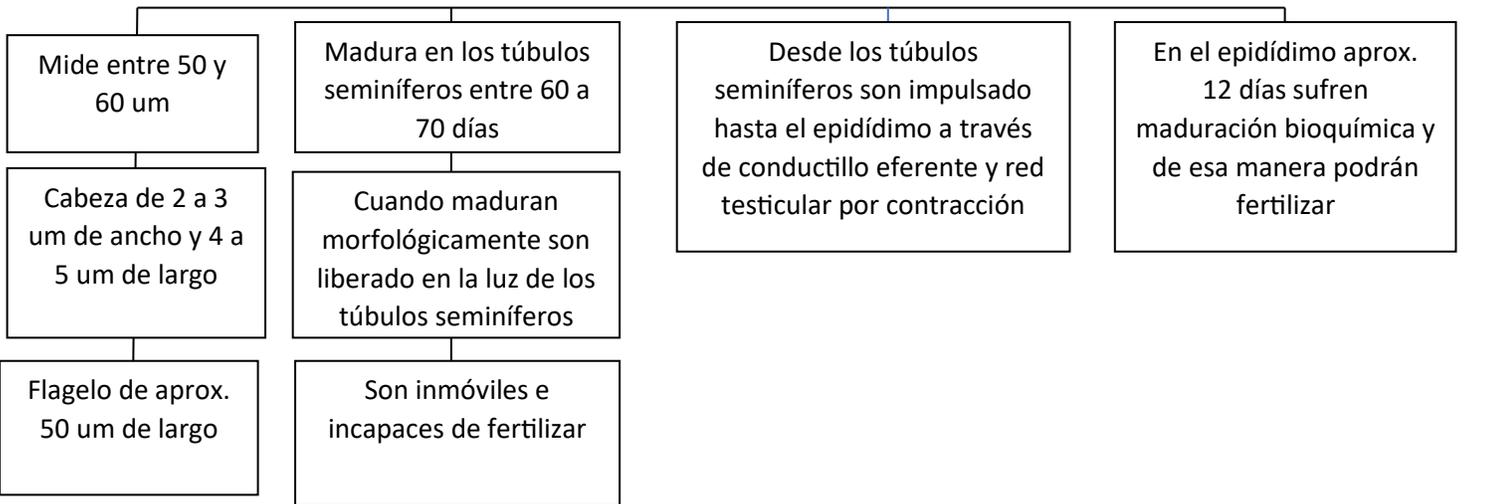
Cada espermatida entra a su diferenciación denominada espermiogénesis, donde cambiará hasta ser un espermatozoide.

Cambios dados por la espermiogénesis



Estos cambios encaminan al espermatozoide a madurarlo

Espermatozoide maduro



Formación del semen

Se puede considerar como una mezcla de los espermatozoides con la secreción de:

Vesículas seminales

aportan

Fructosa

Azúcar de cinco carbonos, proporcionan energía al espermatozoide

Prostaglandinas

Lípidos que actúan en el coito y aceleran el peristaltismo uterino y de tubas uterinas

Vesiculasa

Enzima que coagula el semen cuando es depositado en el tracto genital femenino

Próstata

Aporta vesiculasa, ácido cítrico, fibrinolisin, fibrinógenos, amortiguadores de pH, iones de Z, K y Mg

Glándulas bulbouretrales

Aporta galactosa, galactosamina, ácido galactosúrico, ácido siálico y metilpentosa, actúan como lubricante.

OVOGÉNESIS

Proceso que ocurre en el ovario mediante el cual las ovogonias se transforman en ovocitos maduros

Se inicia en el periodo prenatal y concluye hasta después de la pubertad (12-50 años)

Sistema genital femenino

Ovarios

Donde ocurrirá la formación y maduración de los ovocitos y de los folículos ováricos

Tubas uterinas

Las encargadas de la captura y transporte de los ovocitos liberados por el ovario y si hay fecundación transportar al embrión hasta el útero

Útero

Dar alojamiento al embrión/feto durante toda su vida prenatal permitiéndole implantarse en el endometrio

Vagina

Recibirá a los espermatozoides durante el coito y permitirá la salida al exterior de la sangre durante la menstruación y también la salida del feto y sus anexos durante el parto y el alumbramiento

La ovogénesis ocurre en los ovarios e inicia en el periodo embrionario

A partir de las ovogonias se forman los ovocitos primarios

Estos mismos entran en fase de meiosis I y a la vez se detiene en fase de diploteno y se mantiene así hasta el periodo posnatal

En la pubertad (12-15 años) en periodos cíclicos de 28 a 30 días, un grupo de ovocitos reanudarán la meiosis I, continuando en diacinesis y posterior comienza la meiosis II

De esa manera en la meiosis II se transforman en un ovocito secundario

Esos ciclos de 28-30 días de maduración y desarrollo de ovocitos continuarán hasta la menopausia o climaterio, en este punto ya no tendrá periodos menstruales y no producirá nuevos ovocitos y los permanentes se degenerarán en el ovario

Desarrollo prenatal de lo ovocitos

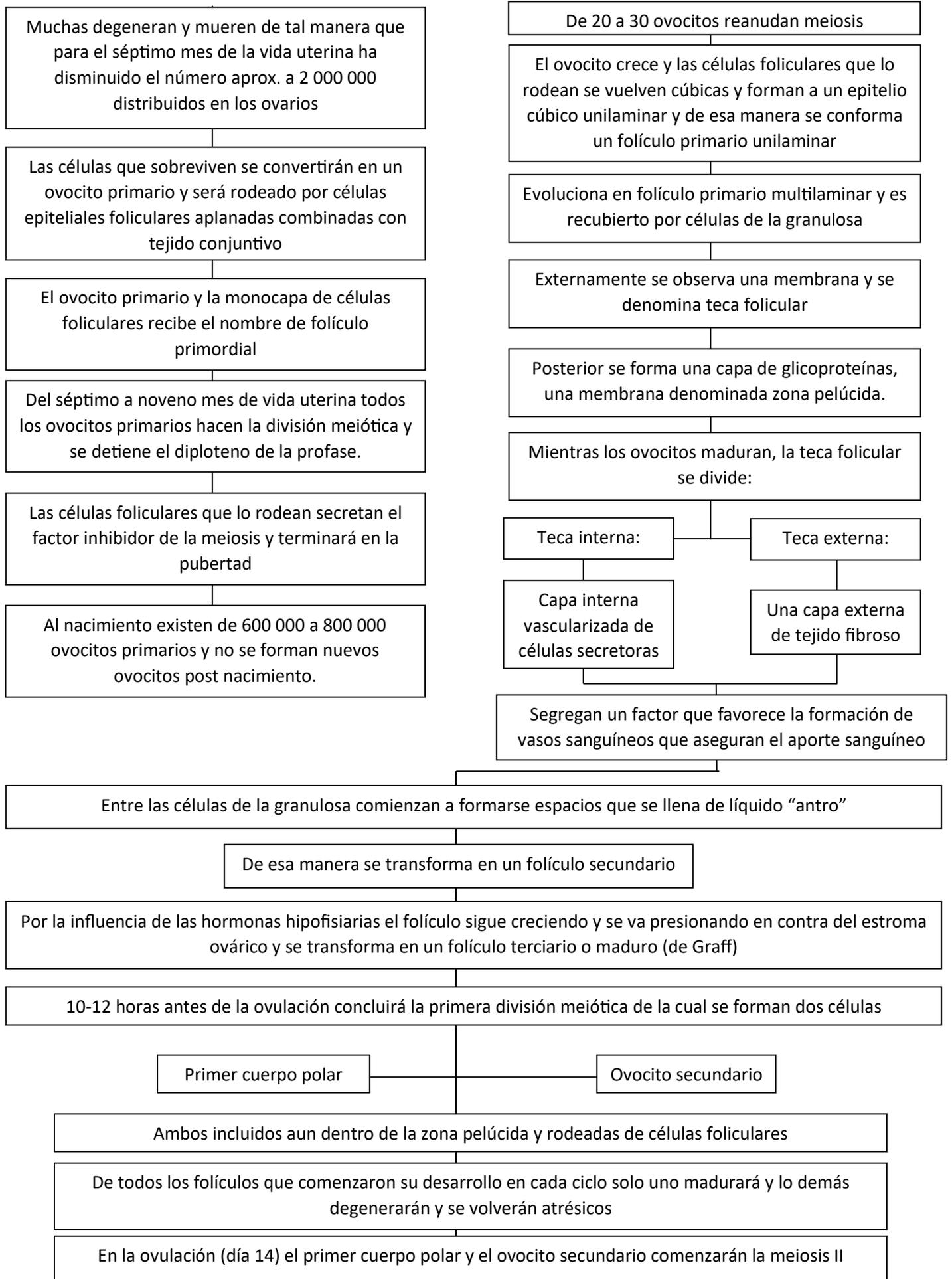
Las células germinales primordiales llegan a la quinta semana a los rebordes de las gónadas se transforman en ovogonias

Experimentan divisiones por mitosis y en el quinto mes de vida uterina hay aprox. 7 000 000 de ovogonias

Desarrollo posnatal de lo ovocitos

En la infancia muchos ovocitos primeros degeneran y solo unos 40 000 persisten hasta la pubertad

Solo un grupo de ovocitos primarios reanudarán meiosis I durante cada ciclo menstrual y se repetirá cada 28 a 30 días durante su vida fértil



Esta meiosis II se detendrá en la metafase y no concluirá a menos que sea fertilizado o de lo contrario muere y es excretado por medio de un cuerpo lúteo degenerado

Si hay fecundación se reanuda la metafase y termina la meiosis II la cual dará origen a un óvulo u ovocito fecundado y a un segundo cuerpo polar.

EMBRIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

Sistema digestivo es un conjunto de órganos complejo y bien organizado que anatómicamente está conformado por: boca, faringe, esófago, estomago, intestino delgado e intestino grueso

De igual manera está conformado por dos glándulas anexas: hígado y páncreas

A lo largo de todo el tubo digestivo, la pared tiene cuatro capas:

Mucosa

Submucosa

Muscular

Derivado del endodermo

Derivado del mesodermo esplácnico

Con respecto al peritoneo

Forma la capa externa del tubo digestivo, se origina del mesodermo

Sistema digestivo comienza a desarrollarse en la etapa embrionaria, durante la cuarta semana y su morfogénesis principal concluirá alrededor de la décima semana

Intestino primitivo embrionario

Se forma durante la cuarta semana como consecuencia de plegamiento o tabulación que el embrión sufre en ese momento. Comienza a nivel cefálico a partir de la membrana bucofaríngea y termina a nivel caudal en la membrana cloacal

En la cuarta semana, el techo del saco vitelino queda incluido dentro del embrión formando el intestino primitivo, revestido interno dado por la células del endodermo, rodeadas por células del mesodermo.

El intestino primitivo se divide en tres porciones:

El intestino anterior

El intestino posterior

El intestino medio

Forman los extremos del intestino embrionario y terminan en fondo de saco ciego

Mantiene su contacto con lo que queda del saco vitelino a través de una porción que se hace estrecha, el pedículo onfalomesentérico

En la membrana bucofaríngea

En la membrana cloacal

Recubre al estomodeo

Se rompe en la 4ta semana

Recubre al proctodeo

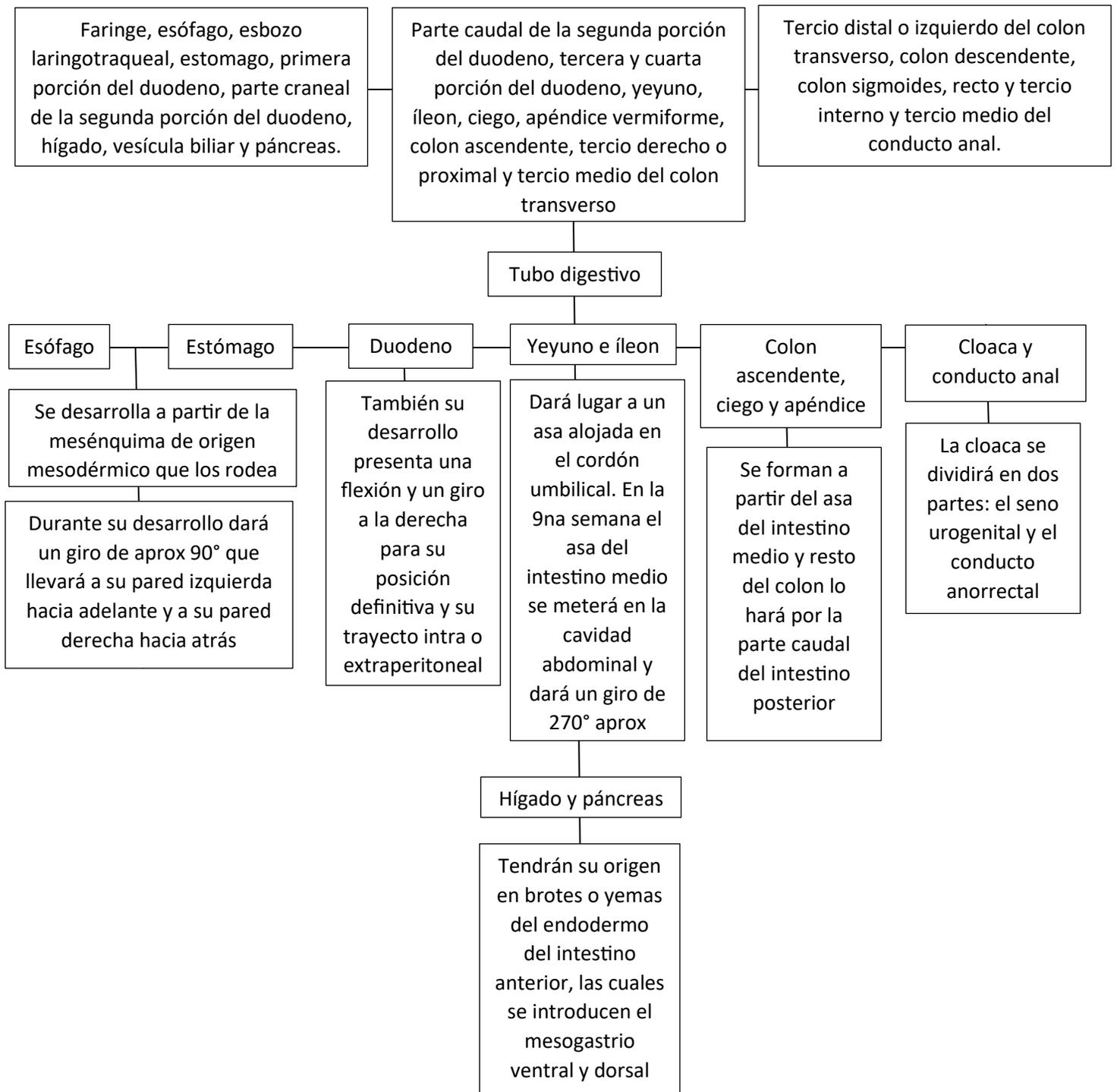
Se rompe en la 7ma semana

El intestino anterior

El intestino medio

El intestino posterior

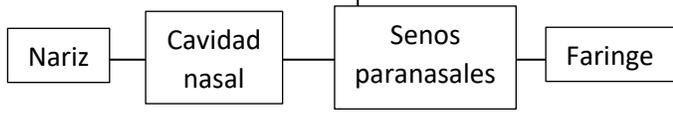
De ellos se originarán



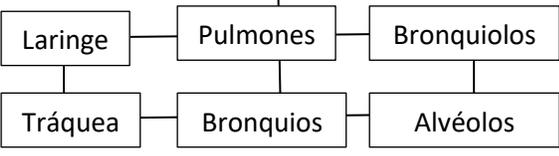
EMBRIOLOGÍA DEL SISTEMA RESPIRATORIO

Morfológicamente, el sistema respiratorio se divide en:

Vías respiratorias superiores:



Vías respiratorias inferiores:



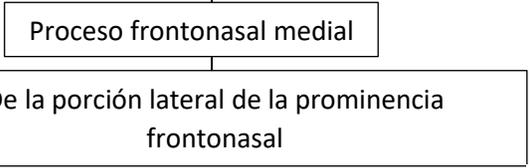
Responsables del intercambio gaseoso, capta oxígeno y elimina dióxido de carbono

Morfogénesis del sistema respiratorio

Inicia su desarrollo en la cuarta semana con la aparición del esbozo en la región ventral del intestino anterior

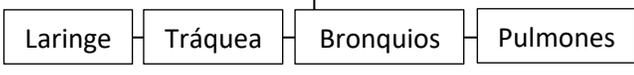
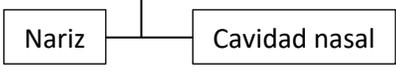
Concluye su desarrollo en la infancia

A partir de:



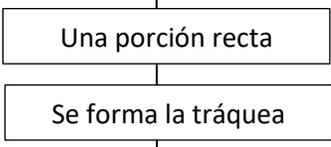
Primordio/esbozo respiratorio

Surgirán:



En la quinta semana el surco laringotraqueal en el intestino embrionario

Esbozo respiratorio se divide en dos porciones:



Dos yemas bronquiales: derecha y izquierda

Se forman los bronquiolos y sus debidas ramificaciones hasta los sacos alveolares

En su porción cefálica a nivel de la 4ta bolsa faríngea

Se alarga y se diferencia en la tráquea, laringe, bronquios, pulmones

En su porción caudal

Da lugar a los alveolos

El ácido retinoico o vitamina A desempeña un papel muy importante en el aspecto y localización del esbozo respiratorio

La deficiencia de este produce malformaciones graves del pulmón. Este compuesto regula la expresión del FGF-10 y la formación del intestino anterior

En el final de la cuarta semana , la yema broncopulmonar crece y se bifurca formando dos protuberancias:

Yemas bronquiales izquierda y derecha, que se proyectan hacia lo conductos pericardioperitoneales

En la quinta semana, las yemas bronquiales se alargan considerablemente para dar lugar al primordio de los bronquios primarios

Bronquio principal derecho

Bronquio principal izquierdo

Mas grueso y vertical

Proporcional y más diagonal

En la sexta semana, los bronquios primarios se subdividen en bronquios secundarios

El derecho se subdivide primero en un bronquio superior y otro inferior y este ultimo se divide en dos

El izquierdo solo se subdivide en dos bronquios secundarios

En la séptima semana cada bronquio secundario se ramifica dando origen a los bronquios terciarios o segmentarios

10 derechos

9-8 izquierdos

Los pulmones comienzan su desarrollo en la cuarta semana de gestación con el esbozo respiratorio, que se origina a partir de una evaginación endodérmica del intestino anterior y es rodeado por el mesodermo esplácnico

La diferente morfología de los pulmones derecho e izquierdo está regulada por lo genes asociados al factor de crecimiento transformante B (Tgf-B) como son el receptor II para activina, Lefty I, Lefty II, Nodal y Pict2.

Maduración pulmonar

Los factores morforreguladores desempeñan un papel importante, lo que resulta en la activación o represión de los genes en el proceso de proliferación y diferenciación celular del pulmón

Los genes involucrados en el desarrollo del pulmón son los Hoxa-5, Hoxb-3, Hoxb4, Hoxb-5 y Hoxb-6

Durante su desarrollo, los pulmones pasan por cuatro etapas de maduración.

Etapas de maduración pulmonar:

- Etapas de maduración:
 - Etapas de maduración:
 - Etapas de maduración:

Ocurre entre las semanas 5-16

Etapas de maduración:

- Etapas de maduración:
 - Etapas de maduración:
 - Etapas de maduración:

Ocurre entre las semanas 16-27

Etapas de maduración:

- Etapas de maduración:
 - Etapas de maduración:
 - Etapas de maduración:

Ocurre entre la semana 27 hasta la gestación

Etapas de maduración:

- Etapas de maduración:
 - Etapas de maduración:
 - Etapas de maduración:

Ocurre en la etapa posnatal

Se llevan a cabo de 12-13 divisiones aéreas

Ya se observan los bronquios y bronquiolos

Conocida como etapa de saco terminal

Se forman las bolsas alveolares o alveolos definitivos

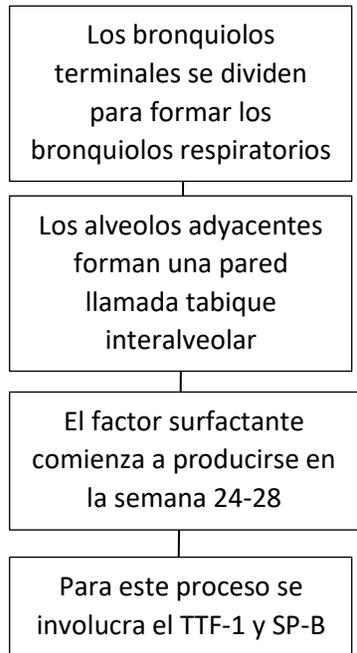
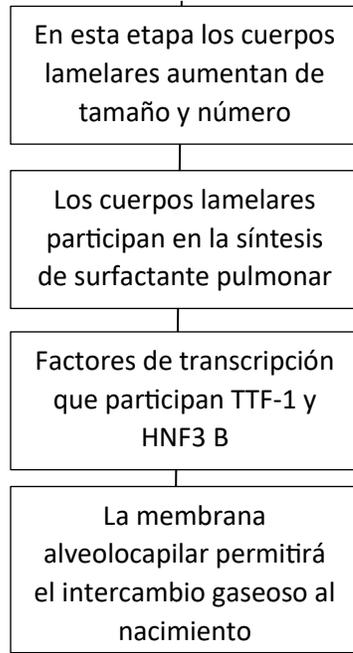
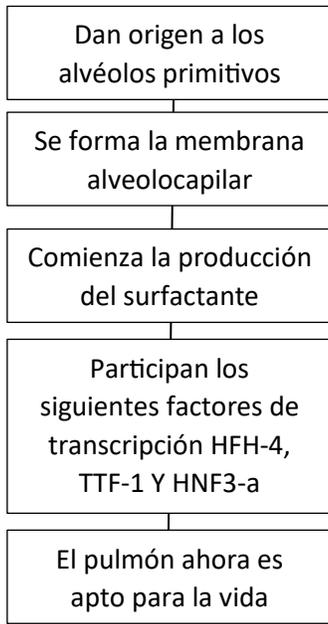
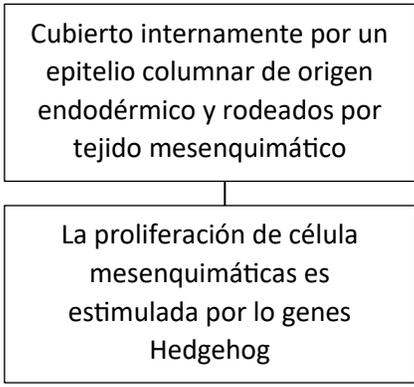
Interviene el HFH-4

En la semana 24 cada bronquiolo terminal se divide para formar dos o mas

Se diferencian los neumocitos tipo I y II

Se componen de lobulillos pulmonares

Presencia de túbulos respiratorios



EMBRIOLOGÍA DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR

El corazón, órgano central del aparato circulatorio es el encargado de impulsar la sangre a todo el cuerpo a través de los vasos sanguíneos

Músculo hueco que actúa como una bomba aspirante e impelente de la sangre. Constan de tres capas principales

Endocardio

Miocardio

Epicardio

En el humano está conformado por cuatro cavidades/cámaras

Dos ventrículos

Dos aurículas

Derecho

Izquierdo

Derecha

Izquierda

En el humano está conformado por cuatro válvulas

Válvula mitral

Válvula tricúspidea

Válvula pulmonar

Válvula aórtica

Separando las cavidades derechas de las izquierdas se encuentran tres tabiques o septos

Tabique interatrial

Tabique interventricular

Tabique atrioventricular

Separa a los atrios

Separa a los ventrículos

Separa al atrio derecho del ventrículo izquierdo

La finalidad de estos tres tabiques en conjunto es separar la sangre venosa i desoxigenada que circula por las cavidades derechas de la sangre arterial u oxigenada que va por las cavidades izquierdas

Al corazón le llega la sangre a través de diversas venas.

Al atrio derecho desembocan la vena cava superior y la vena cava inferior que transportan sangre venosa o desoxigenada procedente de la mitad superior y de la mitad inferior del cuerpo

El atrio izquierdo desemboca cuatro venas pulmonares, que llevan la sangre arterial u oxigenada procedente de los pulmones, donde ha ocurrido su oxigenación

El sistema coronario

Es el encargado de llevar la irrigación propia del corazón, iniciándose con la emergencia de las arterias coronarias derecha e izquierda

El sistema de conducción

Es el encargado de llevar de manera eficiente y ordenada los impulsos eléctricos que producen la contracción del músculo cardíaco; los impulsos se generan en el nodo sinusal, de ahí se propagan al nodo atrioventricular, al haz penetrante atrioventricular (haz de His) a las ramas derecha e izquierda y finalmente a las fibras de Purkinje

La morfogénesis cardíaca ocurre entre la tercera y la sexta semana después de la fecundación. El corazón se origina de cuatro estirpes celulares:

Mesodermo esplácnico

Mesénquima perifaríngeo

Cresta neural

Órgano proepicárdico

Etapa precardiogénica

Corresponde a la etapa embrionaria de gastrulación (tercera semana). El corazón está representado por las áreas cardíacas, que son dos situadas en el mesodermo a nivel del nodo primitivo

Al finalizar este periodo, las áreas cardíacas se fusionan en la línea media, rostral a la membrana bucofaríngea, y conforman la herradura cardiogénica

Etapa preasa

Se forma el tubo cardíaco primitivo, constituido por un tubo endocárdico rodeado de gelatina cardíaca y varias capas de células miocárdicas que empiezan a contraerse

Etapa de asa

El corazón se flexiona a la derecha y adelante, dando lugar al asa bulboventricular

En esta etapa aparecen los atrios primitivos y el cono

Etapa de post-asa

Los atrios ascienden por detrás y arriba de los ventrículos alcanzando su posición definitiva

Aparece el tronco arterioso y se remodela la gelatina cardíaca formándose los esbozos de los tabiques y válvulas internas del corazón

Áreas cardíacas

Son dos, son bilaterales y simétricas

Se forman durante la gastrulación y están situadas en el mesodermo

Sus células cardíacas al fusionarse forman a la herradura cardiogénica

Tubo cardíaco primitivo

Se forma por fusión de los primordios miocárdicos y de los tubos endocárdicos

Se originan de la placa cardiogénica formada en el mesodermo esplácnico

Está constituido por células endocárdicas, por gelatina cardíaca y células miocárdicas

Atrios definitivos

Se originan de los propios atrios primitivos y de un componente venoso

El seno venoso en el atrio derecho y la vena pulmonar primitiva en el atrio izquierdo

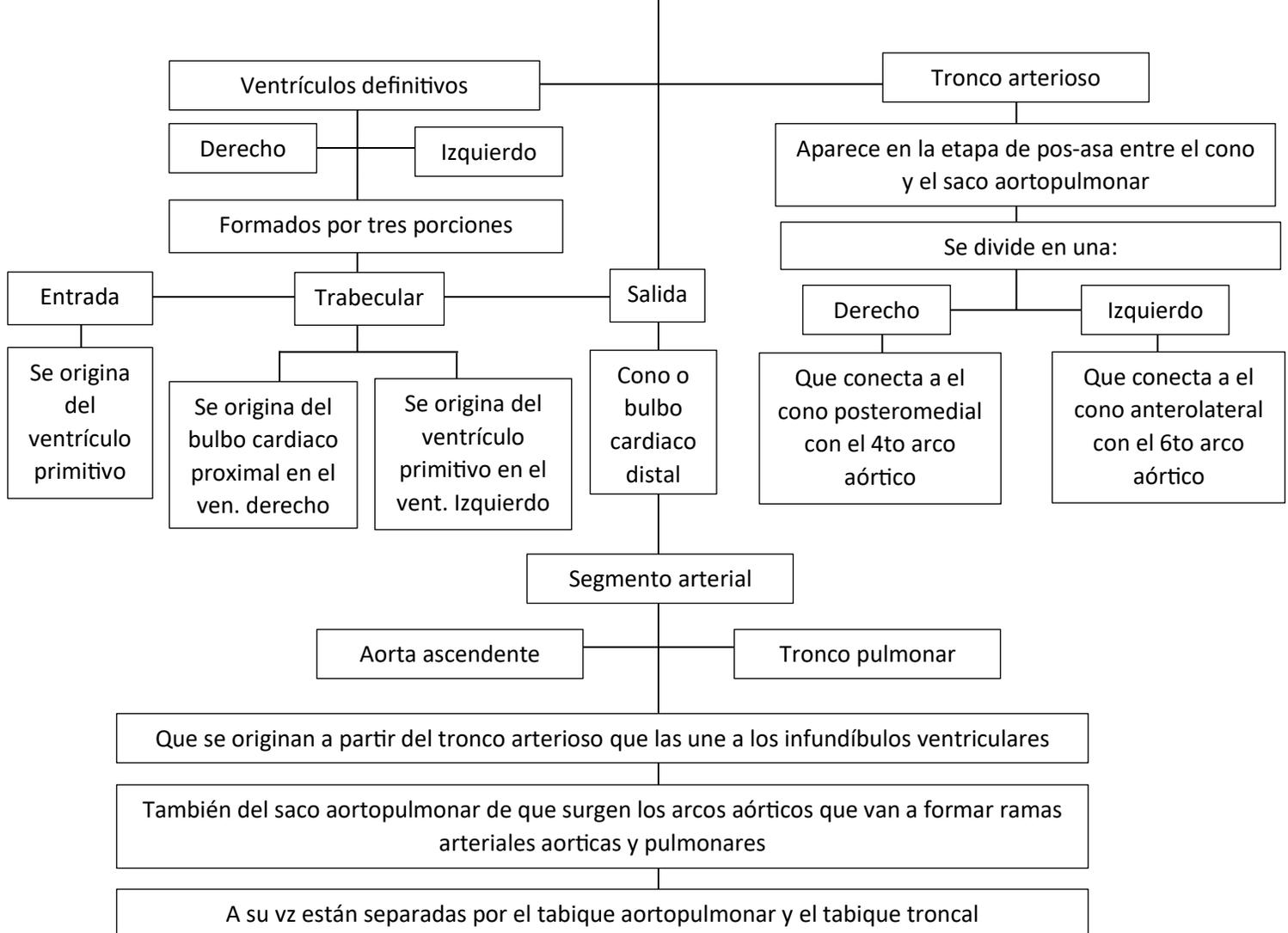
Al principio forman una cavidad común que está dividida por el septum interatrial

Canal atrioventricular

Aparece en la etapa de asa entre los atrios y el ventrículo primitivos

Se divide en un orificio derecho donde formará la valva tricúspide

Se divide en un orificio izquierdo donde formará la valva mitral



EMBRIOLOGÍA DEL SISTEMA UROGENITAL

El sistema urinario o excretor está formado por:

Riñones

Vejiga

Uretras

Encargados de la producción de la orina (1,5 lt cada 24 horas) la que es transportada por los uréteres hasta la vejiga, donde se almacena hasta su eliminación hacia la uretra que la vierte hacia el exterior

Excreta productos de desecho del metabolismo

Elimina productos de degradación y sustancias extrañas al organismo

Controla el equilibrio ácido/base e hidroelectrolítico

Regula el volumen del líquido extracelular y sintetiza renina

Sistema genital masculino

Órganos sexuales primarios

Órganos sexuales secundarios

Gónadas masculinas /testículos

Túbulos rectos, red testicular, conductillos eferentes, epidídimo, conducto deferente, conducto eyaculador, próstata, glándulas seminales, glándulas bulbouretrales, uretra y pene

Sistema genital femenino

Órganos sexuales internos

Órganos sexuales externos

Glándulas mamarias

Vulva (labios mayores y menores, clítoris y vestíbulo vaginal)

Gónadas femeninas/ovarios, trompas uterinas, útero, vagina

El sistema urogenital se origina fundamentalmente del mesoderma intermedio a partir de la cuarta semana, aunque el urinario inicia su desarrollo un poco antes que el genital

En el embrión humano se originan en forma sucesiva durante su desarrollo tres tipos de sistema

Pronefros

Mesonefros

Metanefros

O riñón rudimentario

O riñón transitorio

O riñón definitivo

Aparece alrededor del día 22 a nivel cervical

Aparece alrededor de la cuarta semana y comienza su involución en la octava semana

Se desarrolla alrededor del día 32 a partir del blastema metanefrogénico y el brote ureteral

Constituido por 7 a 10 cordones celulares macizos

Sin significado funcional, involucre y desaparece entre los días 24 y 25

Se origina a través del mesodermo intermedio inducido por los túbulos profrenicos mas caudales

Los brotes ureterales se manifiestan en la quinta semana como evaginaciones de la parte caudal

Durante la etapa fetal, los riñones ascenderán hasta conectar con las glándulas suprarrenales; durante su ascenso también tendrán un giro medial de aproximadamente 90° que deja al hilio renal en dirección a la línea media.

Desde de la quinta semana comienzan a desarrollarse la vejiga y la uretra a partir del seno urogenital y del mesodermo que los rodea

Las gónadas se forman a partir del mesodermo intermedio, del epitelio celómico y de las células germinales primordiales

La morfogénesis del sistema genital atraviesa por tres etapas:

Diferenciación cromosómica

Ocurre durante la fertilización, en la que el sexo del embrión queda determinado dependiendo si el espermatozoide que logra la fertilización tiene cromosoma X o Y

Diferenciación gonadal

Indiferenciado

No se identifica a la gónada

Diferenciado

La gónada se distingue

Diferenciación fenotípica

Indiferenciado

Diferenciado

Dependerá de la hormona que se está produciendo, ya sea testosterona y de otros factores hormonales femeninos

Tubérculo genital

En el hombre

Originará al pene

En la mujer

Originará al clítoris

Pliegues cloacales

En el hombre

Cerrarán la uretra peneana

En la mujer

Formará labios menores

Eminencias genitales

En el hombre

Formará la bolsa escrotal

En la mujer

Formará labios mayores

CONCLUSIÓN

Explorar la embriología con Arteaga Martínez ha sido más que un viaje académico; ha sido una travesía personal de descubrimiento y reflexión. Este conocimiento ha enriquecido mi perspectiva, despertando una admiración renovada por la complejidad y la belleza de la vida. Estos aprendizajes no solo se quedan en las páginas de un libro; han dejado una huella profunda en mi comprensión del mundo y han avivado una chispa de asombro que seguirá ardiendo en mi camino hacia el conocimiento y el crecimiento personal. La embriología, una rama apasionante de la biología del desarrollo, nos sumerge en los enredados procesos que llevan a la formación y desarrollo de un organismo multicelular a partir de una única célula, el óvulo fertilizado. En esta travesía de descubrimiento, el libro "Biología del Desarrollo" de Arteaga Martínez surge como un guía indispensable, desglosando los conceptos fundamentales que definen este campo y proporcionando una sólida base para la comprensión de los procesos embrionarios. El libro de Arteaga Martínez interviene como una ventana a un mundo microscópico donde cada célula y molécula desempeña un papel crucial en el desarrollo. La embriología, lejos de ser un mero recuento de eventos, se convierte en una exploración profunda de los mecanismos moleculares y celulares que rigen la diferenciación celular, la morfogénesis y la organogénesis. Así, la obra se presenta no solo como un resumen de información, sino como una herramienta que guía a estudiantes y profesionales a través de las dificultades del desarrollo embrionario. El aspecto más cautivador de la embriología radica en su capacidad para revelar la secuencia de eventos desde la concepción hasta la creación de un organismo complejo. Arteaga Martínez aclara este proceso, destacando la influencia de factores genéticos y ambientales en la formación de estructuras embrionarias. Observar cómo una célula única se transforma en un ser multicelular funcional es como presenciar un asombroso acto de magia biológica. La embriología se asemeja a la construcción de un confuso rompecabezas, donde cada célula desempeña un papel preciso en la formación del organismo. Aunque compartimos una lista de instrucciones genéticas comunes (genes), la variabilidad en la ejecución de estas instrucciones concede particularidad a cada organismo, añadiendo complejidad y maravilla al proceso. A lo largo del recorrido propuesto por Arteaga Martínez, desde la concepción hasta la formación del organismo, se hace evidente la interacción constante entre los elementos genéticos y ambientales. Este proceso no es una secuencia lineal de eventos, sino un ballet dinámico donde las señales del entorno desempeñan un papel fundamental en la determinación del destino celular y la formación de estructuras específicas. La embriología, más allá de ser un campo de estudio, revela también las claves de la evolución biológica. La obra de Arteaga Martínez proporciona un marco conceptual para entender la variabilidad y la conservación de los procesos de desarrollo a lo largo del tiempo geológico. Es como revisar los capítulos de una serie que ha estado en el aire durante millones

de años, observando cómo el reparto de organismos y la trama evolutiva han evolucionado. La embriología, se manifiesta como una disciplina esencial para comprender la maravillosa complejidad de la vida. Más allá de ser una narrativa de eventos, es un análisis profundo de los fundamentos biológicos que dan origen a la diversidad de formas de vida en nuestro planeta. Este enfoque no solo amplía nuestro entendimiento teórico, sino que también tiene implicaciones prácticas significativas en campos como la medicina y la biotecnología. La embriología, con su magia específica, continúa desafiándonos a desvelar los misterios de la creación biológica y a aplicar este conocimiento para mejorar la salud y el bienestar de los humanos. Aprendizajes consumados y aprovechados en su máximo esplendor durante mi vida académica y en un periodo posterior determinado, mi vida laboral y todo el resto de ella, mi vida profesional.