



Capitulo 18

DESARROLLO DEL SISTEMA MUSCULAR

- Universidad del Sureste
- Medicina Humana
- Asignatura: Biología del Desarrollo
- Alumna: Gabriela Solórzano Ruiz
- Catedrático: Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

Desarrollo del sistema esquelético

El sistema muscular comprende tres diferentes tipos de músculo: esquelético, cardíaco y liso.

El músculo esquelético se encargará de la locomoción del cuerpo, el cardíaco de propulsar la sangre corporal y el liso de propiciar los movimientos peristálticos del tubo digestivo.

El sistema muscular comprende dos tipos histológicos, dependiendo de si las células presentan o no una distribución repetida de proteínas miofibrilares (proteínas musculares): músculo estriado y liso. El músculo estriado puede ser esquelético, que tiene una estrecha relación con el sistema osteoarticular, o cardíaco, que se encuentra confinado al corazón. El músculo liso se distribuye principalmente en las paredes de los vasos sanguíneos, el tubo digestivo y las vías respiratorias.

El **mesodermo** es el **principal tejido embrionario** a partir del cual se desarrollará prácticamente la mayoría de los músculos en el adulto, aunque algunos se originarán del ectodermo (músculos intrínsecos del ojo y de las glándulas mamarias y sudoríparas), y otros procederán de un proceso de diferenciación in situ del mesénquima local (músculos de los vasos sanguíneos).

El sarcomero es la unidad funcional del músculo.

Músculo estriado esquelético

La mayor parte de la musculatura estriada esquelética se desarrollará a partir del **miotomo** de la **comita**, el cual a su vez se originará del **mesodermo paraaxial**. Cada fibra de músculo estriado esquelético pasa por las siguientes fases: célula mesenquimatosa miogénica (**mioblasto**), **mioblasto posmitótico**, **miotubo** y **fibra muscular**. Para la regeneración muscular durante la vida posnatal, se requiere de las células satélite musculares.

Las fibras musculares esqueléticas son células alargadas multinucleadas con núcleos localizados en la periferia, por debajo de la membrana celular, con estrías transversales características y son innervadas por el sistema nervioso somático o voluntario.

Casi todos los músculos esqueléticos se originarán de precursores ubicados en el mesodermo paraaxial, que en una etapa posterior formarán somitómeros y **comita**.

Cada somita se estructurará de tres diferentes regiones: dermatoma, miotoma y esclerotoma y es del miotoma de donde se originarán la mayoría de los músculos.

Las células miogénicas (células de donde surgirá músculo) realizarán una serie de divisiones mitóticas que las incrementarán en número. Después de permanecer por un tiempo dentro del ciclo celular, la célula miogénica o mioblasto llevará a cabo su última división celular y se diferenciará en un mioblasto posmitótico.

Regulación de la miogénesis

La diferenciación de la célula muscular estará dada por un conjunto de factores reguladores miógenos. En el dermomiotoma, las células del extremo dorsolateral expresan el gen MYO-D, y migran para formar la musculatura de los miembros y la musculatura hipomérica de la pared corporal (músculos flexores del tronco).

Las células del extremo dorso-medial expresan el gen MYF-5 y darán origen a la musculatura epimérica de la columna vertebral (músculos extensores del tronco).

La activación de MYO-D estará dada por factores de transcripción como PAX-3 y PAX-7.

Estas células mesenquimáticas o miogénicas experimentarán varias mitosis hasta convertirse en mioblastos posmitóticos, en los que se detienen las divisiones celulares por acción del MYO-D. Y se necesita de miogenina y MYF-5

Estos mioblastos comienzan a sintetizar actina y miosina y se fusionan con otros mioblastos para formar un miotubo; esto implica la alineación y adhesión celular mediante mecanismos de reconocimiento celular mediados por Ca^{2+} , fusionando finalmente sus membranas para formar fibras multinucleadas.

Los miotubos, además de producir actina y miosina, sintetizan otras proteínas como la troponina y la tropomiosina. Conforme los miotubos forman miofibrillas, sus núcleos migran hacia la periferia, diferenciándose en una fibra muscular.

Existe un activador transcripcional llamado E-12 que cuando se une a MYO-D, forma un dímero que aumenta la eficiencia del gen. Por el contrario, cuando MYO-D se une al inhibidor transcripcional Id, se inactivan los genes específicos del músculo esquelético.

mioblastos se fusionan para formar miotubos, dan lugar a los miotubos primarios, esta diferenciación ocurre antes de que los axones nerviosos hayan entrado al músculo recién constituido. Sinapsis = axón + músculo.

Existen dos tipos de fibras musculares: las de músculo rápido y las de músculo lento. En las fibras rápidas y lentas hay diferencias en las proteínas contractiles que se sintetizan, las fibras rápidas tienen una LC1, dos LC2 y una LC3, mientras que las lentas tienen dos LC1 y dos LC2. Se pueden identificar tres diferentes tipos de miosina: la miosina embrionaria y la neonatal y la adulta.

Alteraciones del sistema muscular

1: Secuencia de Poland

La ausencia del pectoral menor con pérdida parcial del pectoral mayor está presente en la secuencia de Poland.

2: Síndrome de abdomen en cuclara pasa

(Síndrome de prune belly o de la tirada).

Es una alteración congénita en la que la musculatura de la pared abdominal está

parcial (hipoplasia) o completamente ausente.

3: Distrofias musculares

Conjunto de alteraciones de origen genético que se caracterizan por una debilidad muscular progresiva.

4: Artrogriposis congénita múltiple

Alteración no progresiva en la que hay limitación para el movimiento y contracturas de las articulaciones.

Morfogénesis muscular

La morfología final que tendrán los músculos dependerá principalmente del tejido conectivo adyacente.

Al final de la quinta semana, cada miotomo de una somita está dividido en un epímero (de las células del dermomiotomo) y un hipómero (de las células dorsolaterales del dermomiotomo).

Los mioblastos de los epímeros darán origen a los músculos extensores del cuello y de la

columna vertebral, mientras que los de los hipómeros originarán los músculos de las

extremidades y de la pared corporal. De la musculatura de la cabeza, casi todos se originan del

mesodermo paraaxial (somitómeros y somitas) y su morfogénesis es controlada por el

tejido conectivo proveniente de las células de las crestas neurales.

En los miembros, los primeros esbozos musculares aparecen en la séptima semana como condensaciones del mesénquima en la base de los esbozos. Este mesénquima deriva de las células dorsolaterales del dermatotomo. El tejido conectivo de la región es el que regula la morfogénesis del músculo.

Músculo Estriado Cardíaco

Se originará de la hoja esplácnica del mesodermo lateral y desde el principio tiene la capacidad de contraerse de forma espontánea. La frecuencia y ritmo de su contracción será coordinada por un grupo de células superespecializadas que constituyen el sistema de conducción.

Las células musculares cardíacas únicamente se encuentran en el corazón y derivan del mesodermo esplácnico (esplacnopleura).

Estas células terminarán por diferenciarse en el sistema de conducción del corazón, el cual marcará la frecuencia y el ritmo de las contracciones cardíacas.

Músculo Liso

Casi todo el músculo liso se origina del mesodermo esplácnico, aunque en algunas regiones puede provenir del mesodermo o del ectodermo.

La musculatura lisa del tubo digestivo y respiratorio se originará del mesodermo esplácnico y los músculos de los vasos sanguíneos y pilosectores se diferenciarán a partir del mesodermo local (mesénquima). El músculo dilatador y esfínter de la pupila y los músculos de las glándulas mamarias y sudoríparas provienen del ectodermo.



Capítulo 21

DESARROLLO DEL SISTEMA RESPIRATORIO

- Universidad del Sureste
- Medicina Humana
- Asignatura: Biología del Desarrollo
- Alumna: Gabriela Solórzano Ruiz
- Catedrático: Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

Definitiva del sistema respiratorio se divide en vías respiratorias superiores (constituidos por la nariz, las cavidades nasales, los senos paranasales y la faringe) y vías respiratorias inferiores (conformados por la laringe, la tráquea, los bronquios, los bronquiolos y los alvéolos).

Morfogénesis del sistema respiratorio

El sistema respiratorio inicia su desarrollo en la cuarta semana y lo concluye hasta la infancia. La nariz y la cavidad nasal surgen del proceso frontonasal medial. La laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones se forman a partir del primordio respiratorio que se origina como una evaginación del intestino anterior.

El sistema respiratorio comienza su desarrollo, cuando en el piso del intestino anterior aparece la hendidura laringotraqueal.

El epitelio que reviste la hendidura laringotraqueal se divide en tres porciones: cefálica, media y caudal. La porción cefálica da lugar al epitelio que revestirá a la faringe; la porción media al epitelio que recubrirá a la laringe; la porción caudal presenta una evaginación que forma el esbozo respiratorio. Este último, en su porción cefálica, se alarga y se diferencia en la tráquea, los bronquios y los bronquiolos, mientras que en su porción caudal da lugar a los alvéolos.

Nariz y cavidad nasal

La nariz se desarrolla de la porción lateral de la prominencia frontonasal, a partir de la cuarta semana.

La primera manifestación de la nariz son dos engrosamientos ovales bilaterales del ectodermo superficial, las placodas nasales.

Hacia el final de la quinta semana empiezan a migrar los procesos maxilares hacia la línea media, lo cual mueve también a las prominencias nasales mediales y laterales en esa misma dirección.

Entre la séptima y la décima semana, las prominencias nasales mediales se fusionan entre sí para formar el segmento intermaxilar.

Las prominencias nasales laterales darán origen finalmente a las de la nariz, mientras que de las nasales mediales surgirán la punta de la nariz y el tabique nasal.

Conforme se desarrollan las prominencias nasales, las foveas nasales se profundizan y forman los sacos nasales primitivos.

Finalmente, los sacos nasales se unen entre sí y dan origen a la cavidad nasal primitiva, cuyo fondo está constituido por una membrana, la membrana buconasal o membrana de las coanas. La membrana buconasal comienza a romperse durante la sexta semana, lo que permitirá la comunicación de la cavidad nasal con la cavidad bucal a través de las coanas primitivas, justo detrás del paladar primario.

En las paredes laterales de la cavidad nasal se desarrollan también durante estas semanas los cornetes superiores, medio e inferior y el epitelio ectodérmico en el techo de la cavidad nasal comienza a especializarse para formar el epitelio olfatorio.

Laringe y epiglotis

La laringe y la epiglotis comienzan a formarse en la cuarta semana. El primordio del sistema respiratorio está constituido por una evaginación medial de la pared ventral del extremo caudal de la faringe primitiva, la hendidura laringotraqueal. El endodermo que recubre la hendidura laringotraqueal dará origen al epitelio y las glándulas de la laringe, tráquea y bronquios y al epitelio pulmonar. Del mesodermo esplácnico que rodea la hendidura surgirán del tejido conjuntivo, el cartilago y el músculo liso de estas estructuras.

Al final de la cuarta semana, la hendidura laringotraqueal se profundiza para formar el divertículo laringotraqueal, el cual se alarga y se ensancha en su extremo distal para que aparezca la yema broncopulmonar.

... del mesénquima de los arcos faríngeos cuarto y sexto laringotraqueal y los laringe, los ventrículos laringeos, limitados por dos pliegues de la mucosa, los pliegues vocales y los pliegues vestibulares. De los pliegues vocales se forman finalmente las cuerdas vocales. Los músculos laringeos se originan de los arcos branquiales cuarto y sexto, por lo que reciben inervación del X nervio craneal (nervio vago). La laringe y la epiglotis continúan su desarrollo hasta después del nacimiento.

Tráquea, bronquios y pulmones

La tráquea, los bronquios y los pulmones derivan del intestino anterior a nivel de la cuarta semana. A la mitad de la cuarta semana, el factor de crecimiento TBX4 determina la presencia de un surco que separa un esbozo endodérmico del intestino anterior, el cual crece inmerso en el mesénquima esplácnico.

Interactúa con el mesodermo esplácnico que lo rodea generando una porción cefálica y otra caudal, de la porción cefálica se originan la tráquea, los bronquios y los bronquiolos y de la caudal, los divertículos. Al final de la cuarta semana, la yema broncopulmonar crece y se bifurca formando dos protuberancias: las yemas bronquiales, que se proyectaban hacia los conductos pericardioperitoneales.

Durante la quinta semana, las yemas bronquiales se alargan considerablemente para dar lugar al primario de los bronquios primarios.

En la sexta semana, los bronquios primarios se subdividen en bronquios secundarios; en el lado derecho se subdividen primero en un bronquio superior y otro inferior. El epitelio que reviste desde la tráquea hasta los sacos alveolares se origina a partir del endodermo.

En la tráquea, las células se diferencian en un epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado que alterna con células caliciformes y basales.

El epitelio que se vuelve cúbico en los bronquiolos respiratorios se continúa en los sacos alveolares que están tapizados por neumocitos de tipo I (células epiteliales escamosas) y tipo II (células epiteliales cúbicas).

En la pared de la tráquea, el mesodermo esplácnico desarrolla la lámina propia, la submucosa, el músculo liso y el cartilago hialino.

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 mesénquima esplácnico.

La diferente morfología de los pulmones derecho e izquierdo está regulada por los genes asociados con el factor de crecimiento transformante β (TGF- β), como con el receptor II para activina, Lefty I, lefty II, Nodal y PITX2.

Anomalías Morfológicas del sistema respiratorio

Hendidura laríngea

Alteración en el desarrollo de la parte rostral del tabique traqueoesofágico.

Fistula traqueoesofágica

Alteración en el desarrollo del tabique traqueoesofágico que permite la comunicación de la tráquea con el esófago.

Anomalías o variantes anatómicas en la localización del pulmón.

Lobulación anómala de uno o ambos pulmones o la inversión duplicación en la lobulación de los pulmones.

Agenesia Pulmonar

Alteración del FGF-10 o de las moléculas involucradas en la ramificación de las yemas pulmonares (etapa canalicular del desarrollo).

Maduración Pulmonar

Durante su desarrollo, los pulmones pasan por cuatro etapas de maduración: pseudoglandular, canalicular, sacular y alveolar. Al finalizar la etapa canalicular comienza a producirse el factor surfactante pulmonar, indispensable para el intercambio gaseoso en el pulmón durante la vida posnatal.

Etapas pseudoglandular

Ocurre entre las semanas 5 y 16 de gestación. Durante esta etapa se llevan a cabo 12-13 divisiones de las vías aéreas y aquí participa el factor de transcripción conocido como factor nuclear homólogo 4 del hepatocito (HNF-4). Este periodo se caracteriza por la presencia de tubos respiratorios completos internamente por un epitelio columnar de origen endodérmico, los cuales en un corte transversal tiene apariencia glandular.

Etapa canalicular

Se presenta entre las semanas 16 y 27 de gestación. En esta etapa hay un importante crecimiento de los túbulos respiratorios, donde pueden observarse ya los bronquios y bronquiolos terminales, rodeados por un mesénquima muy vascularizado. Hacia la semana 24, cada bronquiolo terminal se divide para formar dos o más bronquiolos respiratorios, que a su vez para este momento pueden dar origen a algunos sacos terminales o alvéolos primitivos.

Durante esta participan los siguientes factores de transcripción: HNF-4, factor de transcripción tiroideo 1 (TTF-1) y factor nuclear 3- α de los hepatocitos (HNF3- α).

Etapa sacular

La etapa sacular o de saco terminal comprende de la semana 26 al término de la gestación. Se caracteriza por el importante incremento de sacos terminales y el adelgazamiento de su epitelio, el cual está formado por células planas y cúbicas, separadas entre sí por medio de tabiques.

Etapa alveolar

Ocurre la formación de las bolsas alveolares o alvéolos definitivos, período que se extiende por varios años de la vida posnatal. Los alvéolos constan de paredes lisas revestidas por neumocitos de tipo I y II.

Los lobulillos pulmonares están formados por el bronquiolo respiratorio, el conducto alveolar y el saco alveolar.

Los bronquiolos terminales se dividen para formar los bronquiolos respiratorios, compuestos por células cúbicas cilindricas que alternan con células no cilindricas (llamadas células de clara o epiteliales secretoras bronquiolares).

El conducto alveolar tiene una pared delgada compuesta por epitelio plano, escasa musculatura lisa y fibras reticulares elásticas y de colágeno.

El alvéolo es el fondo de saco terminal de las ramificaciones bronquiales y está formado por una pared fina tapizada de neumocitos de tipo I y II, el TTF-1 y la BMP-4 participan en esta etapa.

Características de los neumocitos

El **neumocito de tipo I** es una célula plana con un núcleo central, citoplasma escaso y prolongaciones citoplasmáticas que ayudan a cubrir la mayor parte de la superficie alveolar (95%) y forman la membrana de intercambio gaseoso.

El **neumocito de tipo II** es una célula cúbica de $300\mu\text{m}^2$ con un diámetro de $9\mu\text{m}$ y un núcleo esférico.

Características del factor surfactante pulmonar

La síntesis del factor surfactante pulmonar ocurre en los neumocitos de tipo II y es modulada por hormonas, entre las cuales destacan el cortisol, la insulina, la prolactina y la tiroxina. Esta síntesis ocurre en el aparato de Golgi y se almacena en los cuerpos lamelares. En el humano, el factor comienza a producirse entre las semanas 24 y 25.

Enfermedad por membrana hialina

La enfermedad por membrana hialina o síndrome de dificultad respiratoria tiene su origen en la deficiencia del factor surfactante pulmonar y es muy frecuente, sobre todo en los bebés prematuros y en los hijos de madres diabéticas.



Capítulo 22

DESARROLLO DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR

- Universidad del Sureste
- Medicina Humana
- Asignatura: Biología del Desarrollo
- Alumna: Gabriela Solórzano Ruiz
- Catedrático: Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

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

Tiene tres capas:

Endocardio: capa interna.

Miocardio: capa intermedia.

Epicardio: capa externa.

Morfogénesis Cardíaca

Ocurre en la tercera y sexta semana del desarrollo intrauterino.

Etapa Precardiogénica:

Ocurrido en el periodo de gastrulación. Disco embrionario adopta forma piriforme, constituido ya por las tres capas germinales: ectodermo, mesodermo y endodermo.

Los futuros órganos representados por grupos celulares llamados áreas con ubicación topográfica específica en el ecto, meso o endodermo.

Las áreas cardíacas ubicadas en el mesodermo, bilaterales y simétricas, situadas ambos lados de la línea primitiva a nivel de nodo primitivo.

Células pericárdicas se diferencian a células cardíacas por señales moleculares provenientes del endodermo a nivel cefálico, por proteína morfogénica y factor de crecimiento de fibroblastos, que hace que se expresen **NKx2.5**, **Mef2** y **GATA-4** en el mesodermo en las áreas cardíacas iniciando la diferenciación de dichas células a miocardiocitos.

Periodo de gástrula tardía los extremos cefálicos de las áreas cardíacas se contraen entre sí, adoptando en forma de "U" invertida, constituyendo la llamada **hendidura cardiogénica**, situada cefálica respecto a la membrana bucofaringea y los pliegues neurales y caudal a una banda del mesodermo llamada **tabique transverso**.

Desarrollo del corazón embrionario.

Cuarta semana

Se fusionan los primordios miocardiocárdicos y forman el tubo cardíaco primitivo. Este se flexiona para ir situando a las cavidades primitivas del corazón en posición definitiva. En el interior de las cavidades se desarrollan primordios de los tabiques que separarán las cavidades cardíacas definitivas.

Etapa de pre-ovo: formación del tubo cardíaco primitivo

En el final de la gastrulación comienza el proceso de flexión o tubación del embrión, iniciando la segmentación del mesodermo y desarrollo del tubo neural, intestino primitivo y paredes del cuerpo.

El embrión cambia su morfología piriforme trilaminar a forma tubular, alargada en sentido cefalocaudal.

El mesodermo forma notocorda en línea media - se extiende desde nodo primitivo a membrana bucofaringea a ambos lados de la notocorda.

El **mesodermo paraxial** origina a los somitos; **Mesodermo intermedio**, deriva el sistema urogenital;

Mesodermo lateral, formado por dos hojas separadas por celoma intraembrionario de las hojas se une al ectodermo formando la esplacnopleura.

Células pericárdicas o cardiogénicas que formaban la hendidura cardiogénica constituye la placa cardiogénica que se encuentra en posición cefálica respecto al pliegue cefálico y limitada dorsalmente por celoma intraembrionario.

Precursora del manto miocardiocárdico pues de ella se va a diferenciar el miocardio y endocardio, originado a partir de grupos de células de la pared ventral del manto de la que provienen **islotas sanguíneas** que forman acumulos angiogénicos.

Finalmente constituyen tubo endocardio primitivo en cada una de sus ramas.

La esplacnopleura sufre engrosamiento y se origina los primordios miocárdicos.

Los tubos primitivos y sus correspondientes miocárdicos se van desplazando en dirección ventromedial lo que acerca los tubos endocardiocárdicos y primordios miocárdicos - se fusionan y originan un único **tubo miocardiocárdico** o **tubo cardíaco primitivo**.

Este último formado por luz central limitada por una capa de células endocardiocárdicas, una capa de dos o tres células miocárdicas de espesor que los rodean ventrolateralmente.

El tubo cardíaco primitivo queda incluido en la cavidad primitiva y está unido al intestino anterior - mesocardio dorsal va a desaparecer.

d Formación del tubo cardíaco y cavidad pericárdica primitiva, desarrollo del pliegue cefálico.

A Tubo cardíaco primitivo: llamado corazón en tubo recto o en etapa de pre-asa, esta
E unido caudalmente a las venas vitelinas, venas umbilicales.

E Después del tubo cardíaco se está flexionando hacia la derecha dando formación del asa
V bulboventricular, forma de "5" a esta etapa se le conoce como **etapa de asa**.

L **Etapa de asa: flexión del tubo cardíaco primitivo.**

E El tubo cardíaco sufre un proceso de torsión y rotación para formar el **asa bulboventricular**.

E Cara ventral del tubo cardíaco se abulta hacia afuera y rota hacia la derecha y adelante,

E Corazón en forma de C, convexo hacia la derecha y adelante.

E Corazón en este período constituido caudalmente por segmento atrial y cefálicamente

A por el asa bulboventricular, este último formado por rama ascendente o bulbo
C cardíaco y rama descendente o ventrículo primitivo.

E Tubo cardíaco constituido por dos porciones: el cono o **porción distal** se continúa
C con los dos primeros pares de arcos aórticos que darán origen a los infundibulos

L ventriculares y la porción proximal conectada con la rama descendente del asa y d

E lugar a la porción trabeculada del ventrículo primitivo que dará origen a la porción

L trabeculada del ventrículo izquierdo.

L A la porción de entrada de ambos ventrículos estará unido al segmento atrial por el **ca**

C **atrioventricular** el cual externamente muestra dos arcos bien marcados.

E Caudal al segmento atrial se forma un pequeño receso: seno venoso en el que

E desembocan en pares las venas onfalomesentéricas, venas vitelinas y venas
C cardinales comunes que a su vez reciben venas cardinales anteroposteriores y posteriores.

E **Etapa de pos-asa: espozos septales y valvulares.**

E El tubo cardíaco sufre cambios importantes en su morfología externa e interna que

E determinan cambios importantes en su morfología interna y externa determinan que

E las cavidades atriales y ventriculares queden ubicadas espacialmente en su posición

E definitiva y se inicie el desarrollo de los tabiques que los separan y las válvulas que

E controlan el paso de sangre por el corazón.

E El asa bulboventricular adoptará el corazón en su conjunto forma una "J" en su vista ventral.

E El crecimiento en dirección caudal del **bulbo cardíaco** y del ventrículo primitivo en conj

E con la rápida expansión que sufren los atrios en dirección cefálica, cambia la relación

E que existía entre estos segmentos.

E Al inicio los atrios se sitúan en posición dorsal respecto al ventrículo primitivo,

E Al final alcanzan una posición cefalo dorsal que se mantendrá en todo su desarrollo y en el

E corazón adulto.

E El corazón adopta forma de "U" su porción transversal constituida por el ventrículo primitivo

E y porción proximal del bulbo cardíaco, sus extremos por atrios y porción distal del bulbo

E cardíaco.

E Por la **rotación del asa** del arco prospectivo interventricular izq. Queda en posición ven

E y el prospectivo interventricular derecho, dorsal entre ambos arcos y separando los

E paredes mediales del bulbo cardíaco y del ventrículo primitivo se forma una cresta denominada

E **espolón bulboventricular**.

E Distal al cono está el **segmento troncal** que se une al corazón con el arco aórtico.

E Se desarrollan por la incorporación del mesodermo esplácnico parafaríngeo, intervien

E en el desarrollo de los anillos valvulares aórtico y pulmonar.

E En la etapa de pos-asa aparece la **capa víscera** del pericardio o epicardio, es la más

E externa del corazón.

E El epicardio se origina del órgano proepicardio: conjunto de células mesoteliales que forma

E un abultamiento sobre el lado derecho del seno venoso y desplazándose sobre el miocardio

E recubre el corazón.

E Estas células dan origen al mesotelio y tejido conectivo del epicardio y a las arterias y

E venas coronarias.

Cavidades Cardíacas Primitivas

En la etapa de pre-asa ya están presentes las cavidades cardíacas primitivas delimitadas por arcos o crestas.

Aparecen en forma secuencial y progresiva durante el desarrollo embrionario, presentes en la etapa de pre-asa.

En la etapa de pre-asa solo están presentes la porción proximal del tubo cardíaco y el ventrículo primitivo, la primera en posición cefálica respecto a la última.

Los arcos prospectivos izquierdo y derecho separan estas regiones entre sí.

En la etapa de asa aparece el cono que constituye el extremo distal del asa bulboventricular y a la vez el extremo cefálico del corazón y el segmento atrial.

En la etapa de pos-asa aparecen distal al cono el segmento truncal y el saco aorticopulmonar, que une al corazón con los arcos aórticos.

Al final de la cuarta semana ya están presentes en el corazón todas las cavidades cardíacas primitivas y totalmente establecida la circulación embriónica (iniciada en el tubo cardíaco primitivo, bombea sangre hacia los arcos aórticos y estos a los gajos dorsales, distribuyéndose a todos los tejidos embrionarios y extraembrionarios.)

La circulación extraembrionaria vitelina comienza directamente de la aorta y lleva la sangre al saco vitelino de donde regresa al embrión a través de dos venas vitelinas que desembocan también al seno venoso.

La circulación extraembrionaria parte de la aorta en posición caudal y lleva la sangre a través de las arterias umbilicales y por el cordón umbilical hacia la placenta.

Estirpes o linajes celulares del corazón

El corazón se origina de 4 estirpes o linajes celulares

1. Células de la herradura cardiogénica: se forma a la mitad de la tercera semana en el mesodermo cuando se forma el tubo cardíaco primitivo, origina la mayor parte del manto mioendocárdico de los atrios, ventrículos y las válvulas atrioventriculares.

2. Células del mesénquima perifaríngeo: rodean al extremo distal del tubo cardíaco en la cuarta semana, forma el cono, tronco arterial en la etapa de pos-asa y a partir de eso forma parte de los infundibulos ventriculares, válvulas arteriales y porción proximal de la aorta.

3. Células de las crestas neurales craneales: a la altura de los tres primeros pares de somitas, migran durante la cuarta y quinta semana a través de los arcos faríngeos, hasta el extremo arterial del tubo cardíaco, desarrolla el tronco arterial.

4. Células del órgano procoriaco: durante la quinta semana migran hasta llegar a la superficie del corazón, lo rodean en forma de capa o manto y forma el pericardio, las arterias y venas coronarias.

Gelatina Cardíaca

Gelatina cardíaca o de Davis es una matriz extracelular que se forma desde el inicio del desarrollo del tubo cardíaco primitivo el cual se va poblando de células mesenquimatosas de origen endocárdico formando tabiques los cuales dan origen a los primordios.

En la etapa de pre-asa, la gelatina se constituye de matriz extracelular; en la etapa de pos-asa, la gelatina se va poblando de células mesenquimatosas y la gelatina cardíaca se remodela.

Desarrollo de los atrios y uniones venoatriales

Estrocturas mixtas originadas a partir de los atrios y de un componente venoso.

Atrios primitivos

Los atrios primitivos aparecen en la etapa de la asa, situándose en posición caudal respecto a los ventrículos. El atrio primitivo se sitúa a la derecha y el atrio primitivo izquierdo a la izquierda continuando mediante el canal atrioventricular, recibiendo en su porción dorso caudal al seno venoso.

Senos venosos: atrio derecho definitivo

En la etapa de asa (día 22+1) los atrios primitivos derecho e izquierdo se expanden dorso caudalmente para recibir un canal venoso extrapericárdico, los senos venosos primitivos que reciben los venos vitelinos.

Etapa de pos-asa los senos venosos constituyen un seno venoso único, el seno venoso está constituido por una porción llamada porción transversa.

El seno venoso se conecta con el segmento atrial a través del ostium sinatrial el cual muestra dos surcos sinotriales derecho e izquierdo. El ostium tiene dos arcos llamados arcos sinotriales derecho e izquierdo e internamente pliegues llamados válvulas derecho e izquierdo.

Las vainas del seno venoso se unen al septum spurium.

La porción transversal da origen a la porción sinuosa del atrio definitivo derecho. A partir del septum spurium se forma una estructura muscular gruesa llamada **cresta terminal**.

Segmentos venosos de la unión ventricular y su origen embriológico

- Estructuras anatómicas
 - vena cava superior
 - vena cava inferior
 - seno venoso coronario
 - vena álgica
 - venas pulmonares
- Estructuras vasculares embriológicas
 - vena cardinal común derecha
 - vena vitelina derecha
 - vena izquierda del seno venoso
 - vena cardinal posterior derecha
 - plexo venoso peripulmonar

Vena pulmonar primitiva - atrio izquierdo definitivo
Aparece en la etapa de post-asa (días 26-28 + 1) como evaginación endotelial de la pared dorsal del atrio izquierdo. Es una de las cuatro cavidades del corazón. Recibe sangre oxigenada proveniente de los pulmones y la impulsa a través de la válvula mitral hacia el ventrículo izquierdo, el cual la distribuye a todo el organismo mediante la arteria aorta.

Conexión venosa pulmonar anómala
Cardiopatía congénita cianógena caracterizada por la falta de conexión de todas o algunas de las venas pulmonares con el atrio izquierdo.

Septación atrial - tabique interatrial definitivo
Comienza en el periodo de pre-asa, cuando el segmento ocupa una posición dorsal cefálica al segmento ventricular, el primer esbozo la forma el septum primum, formado por una capa delgada miocárdica. El septum tiene forma de creciente con sus extremos dirigidos hacia el canal atrioventricular continuando en la línea de demarcación.

Unión Atrioventricular

Canal Atrioventricular
Este une a los atrios con el ventrículo primitivo. En su interior se forman las almohadillas o cojines endocárdicos que se continúan con el septum primum interatrial y el tabique interventricular primitivo.

Cuando se fusionan las almohadillas, dividen el canal atrioventricular en dos orificios en los que se formarían las válvulas tricúspide y mitral.

El canal atrioventricular externamente muestra dos surcos denominados surcos atrioventriculares derecho e izquierdo que internamente se corresponden con unas crestas. En el interior del canal atrioventricular, en sus bordes ventrosuperior y dorsoinferior, aparecen dos grandes masas de tejido mesenquimático - las almohadillas o cojines endocárdicos.

Valvulas atrioventriculares

Los anillos y velos valvulares de las válvulas atrioventriculares se forman del tejido de las almohadillas del canal atrioventricular.

Los anillos valvulares atrioventriculares y parte de los velos valvulares derivan del tejido de las almohadillas que rodea a cada uno de los orificios atrioventriculares; el anillo atrioventricular derecho (tricúspide) se forma a partir de las almohadillas lateral derecha y dorsoinferior del canal atrioventricular y por la cresta dextradorsal del cono, mientras que el anillo atrioventricular izquierdo (mitral) lo hace a partir de las almohadillas lateral izquierda, dorsoinferior y ventrosuperior.

Defectos del canal atrioventricular

Atresia tricúspide
Cardiopatía congénita cianógena caracterizada por la falta de comunicación directa entre el atrio derecho y ventrículo derecho.

Canal atrioventricular común completo
Cardiopatía congénita cianógena caracterizada por la alteración de la unidad morfológica básica atrioventricular, con ausencia del tabique atrioventricular.

Segmento Ventricular

Los ventrículos definitivos son estructuras complejas y están constituidos por una porción trabeculada y una porción de entrada y una porción de salida o infundíbulo.

Porción trabeculada

La porción trabeculada del ventrículo derecho se desarrolla de la porción proximal del bulbo cardíaco y la porción trabeculada del ventrículo izquierdo del ventrículo primitivo.

Porción de entrada ventricular

La porción de entrada de los ventrículos derecho e izquierdo se desarrolla a partir del ventrículo primitivo, específicamente de su porción dorsoinferior.

Se continúa cefálicamente con el canal atrioventricular y caudalmente con la porción trabeculada de ambos ventrículos.

Porción de salida o infundíbulo

Se desarrollan a partir del cono o bulbo cardíaco distal, contribuyendo también, pero en menor proporción, el tronco arterioso y el canal atrioventricular. El cono o bulbo cardíaco distal comienza su desarrollo en la etapa de asa (día 22 ± 1), constituyendo en este momento el extremo cefálico del tubo cardíaco y del bulbo cardíaco; por otra parte el tronco arterioso aparece en la etapa de pos-asa temprana, formando en este periodo el extremo cefálico del corazón y uniendo al cono con el saco aórtico.

Septación ventricular

El tabique interventricular definitivo se forma a manera de mozaico de las almohadillas ventrosuperior y dorsoinferior del canal atrioventricular y las crestas conotruncadales.

Tabique interventricular primitivo

Este y su continuidad con las almohadillas del canal atrioventricular separan las porciones de entrada y trabecular del ventrículo izquierdo.

Comunicación interventricular primaria, constituido cefalo dorsalmente por las almohadillas del canal atrioventricular aún no fusionadas, cefalo ventralmente por el espalón bulboventricular.

Comunicación interventricular secundaria, los límites de esta con el tubérculo derecho de la almohadilla dorsoinferior del canal atrioventricular cefalo dorsalmente.

Tabique membranoso interventricular primitivo, cefalocaudalmente se continúa con el tabique interventricular primitivo, las almohadillas endocárdicas dorsoinferior y ventrosuperior del canal atrioventricular y la cresta dextrorotacional y sinistrotorial del cono.

Unión ventriculoarterial, formado por el tronco arterioso o bulbo cardíaco distal el cual une al cono anteriorolateral y el cono posteromedial con el saco aortopulmonar del cual surgen los arcos aórticos.

Tronco arterioso, o bulbo cardíaco distal da origen a las válvulas sigmoideas aórtica y pulmonar y participa también en la formación de la porción distal de los infundibulos ventriculares.

Brestas troncales superior y inferior, dividen el tronco arterioso en una mitad derecha y otra izquierda y se continúa distalmente con las asas del tabique aortopulmonar.

Complejo septal infundibulo arterial, es formado por los dos tabiques aortopulmonar, troncal y canal, el cual permite la separación anatómica de las uniones ventriculoarteriales.

Válvulas semilunares aórtica y pulmonar, los primordios de las válvulas sigmoideas se desarrollan durante el proceso de septación troncal cuando aún el extremo proximal de las crestas del tronco arterioso.

Cardiopatías troncoconales

Tetralogía de Fallot

Cardiopatía congénita por estenosis pulmonar infundibular, sobrealgamiento aórtico e hipertrofia ventricular derecha.

Transposición completa de las grandes arterias
conexión anormal de las grandes arterias con los ventrículos.

Segmento Arterial: Aorta y Arteria pulmonar

Constituido por la aorta ascendente y el tronco principal de la arteria pulmonar, que se desarrolla fundamentalmente del saco aortopulmonar y del tronco arterioso.

Saco Aortopulmonar

Del saco aortopulmonar se va a desarrollar la mayor parte de la aorta ascendente y el tronco principal de la arteria pulmonar.

La aorta ventral o saco aortopulmonar es un ensanchamiento del extremo distal del tubo cardíaco que se produce en el sitio de origen de los arcos aórticos.

Arcos Aórticos

Se van a formar las arterias de la cara y cuello, las ramas de la aorta y del tronco pulmonar, el cayado aórtico y el conducto arterioso.

Los arcos aórticos son formaciones vasculares individuadas en el mesénquima de los arcos faríngeos, que comunican el saco aórtico pulmonar con las aortas dorsales de derecha e izquierda que se extiende a todo lo largo del embrión.

Primer par de arcos aórticos, aparece en la etapa pre-asa (día 22 ± 1) uniendo al saco aortopulmonar con las aortas dorsales.

Segundo par de arcos aórticos, conecta al saco aortopulmonar con las aortas dorsales, pasando algunas partes formando las arterias nuchales estapedial.

Tercer, cuarto y sexto par, aparecen de la etapa pos-asa tardía (día 28 ± 1), las aortas dorsales derecha e izquierda se fusionan entre sí a partir del nivel donde se está formando el diafragma.

Alteraciones de los Arcos Aórticos

Peristencias del conducto arteriales

Falta de cierre del conducto arteriales durante la etapa posnatal.

Coartación Aórtica

Defecto en el desarrollo de las estructuras vasculares.

Subsistemas del corazón

Sistema coronario

Encargado de llevar la irrigación propia del corazón, iniciándose con la emergencia de los arcos coronarios derecha e izquierda que surgen de la aorta a nivel de la válvula aórtica y termina en el atrio derecho con el seno coronario, en el cual desembocan varios vasos coronarios.

Sistema de conducción

Encargado de llevar los impulsos eléctricos que producen la contracción del músculo cardíaco, los cuales se generan en el nodo sinusal ubicado en la unión de la vena cava superior con el atrio derecho y de ahí se propaga al nodo atrioventricular, al haz penetrante atrioventricular, rama derecha e izquierda y finalmente con las fibras de Purkinje.

Circulación Fetoplacentaria

La circulación fetoplacentaria está bien definida en la etapa fetal y lleva la sangre que se origina en la placenta al interior del feto; de ahí se distribuye en todo el cuerpo y finalmente regresa nuevamente a la placenta para su oxigenación.

En el interior del feto existen tres puntos donde la sangre se mezcla; el conducto venoso, la fosa oval y el conducto arterial, los cuales dejan de funcionar al nacimiento.



Capitulo 24

DESARROLLO DEL SISTEMA NERVIOSO

- Universidad del Sureste
- Medicina Humana
- Asignatura: Biología del Desarrollo
- Alumna: Gabriela Solórzano Ruiz
- Catedrático: Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

Sistema Nervioso

Neurulación

Proceso que se inicia con la formación de la placa neural y termina con el cierre del tubo neural. Ocurre entre el final de la tercera y la cuarta semana del desarrollo.

Neuroectodermo y placa neural

Neurulación → Formación del tubo neural, marca el inicio del desarrollo del sistema nervioso y comienza en la 3ra semana.

Notocorda → Produce dos moléculas de señales, la **notina** y **chordin**, actúan sobre el ectodermo suprayacente bloqueando la proteína BMP-4, iniciando así su diferenciación hacia el tejido neural. La placa neural se hunde en la línea media dando lugar a la aparición del surco neural, limitado por los bordes elevados de la placa que son denominados pliegues neurales.

Tubo neural y conducto neural

22 ± 1 días → Pliegues neurales se fusionan originando así el tubo neural formado por una pared, el neuroepitelio, y una cavidad, el conducto neural, futuro sistema ventricular.

A los extremos abiertos del tubo se les llama **neuróporo craneal** y **neuróporo caudal**. Durante su desarrollo, el tubo neural se separa del ectodermo superficial que formará la epidermis de la espalda y se profundiza.

Organización primaria del tubo neural

Neuroblastos abandonan el neuroepitelio y se distribuyen externos a él formando la zona intermedia, que dará origen a la **sustancia gris**.

Neuroblastos: células parcialmente diferenciadas. Han perdido capacidad de dividirse. Emiten prolongaciones dendríticas y axónicas conformando la zona marginal, futura **sustancia blanca**.

Al neuroepitelio se le conoce ahora como zona ventricular.

Neurogénesis de SNC

Todas las células del SNC se originan de células madre pluripotenciales situadas en el neuroepitelio del tubo neural, a excepción de las células de la microglia, cuyo origen es mesodérmico.

Células madre pluripotenciales → células madre bipotenciales → Línea de diferenciación neuronal o glial.

Línea neuronal, las primeras en diferenciarse, expresan proteína de neurofilamentos.

Neuroblastos bipolares → neuroblastos unipolares → neuroblastos multipolares.

Línea glial: células madre bipotenciales expresan proteína ácido gliofibrilar.

Cresta Neural

Se desprende del tubo neural a nivel de sus pliegues neurales y migra para originar o contribuir en el desarrollo del sistema nervioso y órganos.

Es una subpoblación de células que se localizan entre el ectodermo no neural y la porción más elevada de los pliegues neurales.

Estas células se especifican desde la gastrulación requieren para ello **Wnt-7**; una vez que se han determinado, expresan los factores de transcripción **Snail-1** y **Snail-2**.

Cresta neural → Cuarta hoja germinativa

Debido a la gran variedad de tejido en los que participa, amplia variedad de padecimientos conocidos como neurocraniopatías.

Cresta neural craneal, se extiende desde el prosencefalo posterior hasta el rombencefalo anterior. Ganglios sensitivos y parasimpáticos, leptomeninges, cuerpo carotideo, células parafoliculares de la tiroides, huesos de la cara, dermis, córnea, odontoblastos, tejido timo, tiroides y paratiroides.

Cresta neural troncal desde el somite 6 hasta la región caudal.

Ganglios raquídeos, ganglios parasimpáticos y simpáticos, células de Schwann, melanocitos, médula adrenal y células neurosecretoras de páncreas y hipófisis.

Vesículas Cerebrales

En la semana 4, el tubo neural da lugar a la formación de las vesículas cerebrales primarias:

• Prosencefalo • Mesencefalo • Metencefalo

Durante la 5 semana estas vesículas a su vez se dividen y forman las vesículas cerebrales secundarias:

• Telencefalo • Diencefalo • Metencefalo • Metencefalo • Mielencefalo

Una vez que ha concluido la neurulación, el tubo neural se establece como el tubo encefalo medular.

La más rostral de estas vesículas → Proencefalo (cerebro anterior), que se continúa caudalmente con el mesencefalo (cerebro medio) y la última de las vesículas primarias → Rombencefalo (cerebro posterior), se continúa con la porción más estrecha y uniforme del tubo que originará la médula espinal.

Sistema Ventricular y LCR

Las cavidades de los hemisferios cerebrales que se forman de las vesículas telencefálicas constituyen los ventrículos laterales (I y II), que a través de los agujeros interventriculares (de Monro) se comunican con la cavidad del diencefalo conocida como tercer ventrículo; desde ahí el LCR pasa a través del acueducto cerebral (de Silvio), que es la cavidad del mesencefalo, llegando al cuarto ventrículo.

Plexos coroides → Sitios de producción de LCR.

Médula Espinal

Se origina de la porción estrecha del tubo neural caudal al rombencefalo. Comienza su desarrollo durante la cuarta semana.

En la zona intermedia de su neuroepitelio se forman las astas grises dorsales y ventrales. Alrededor de la médula aparecen las meninges que le van a dar protección.

Meninges

Se forman por la condensación del mesénquima que rodea al tubo neural, dando lugar a la meninge primitiva → duramadre. Capa más interna es más delgada y forma la piamadre y aracnoides (leptomeninges).

En la semana → En la piamadre aparecen espacios llenos de líquido.

Encéfalo y Talo encefálico

El encéfalo y el talo encefálico se forman a partir de las vesículas cerebrales secundarias: telencefalo, diencefalo, mesencefalo, metencefalo y mielencefalo.

Rombocéfalo → Da origen al mielencefalo y metencefalo.

Mielencefalo → Da origen al bulbo raquídeo y parte del cuarto ventrículo.

Metencefalo → Se origina de la porción más rostral del rombencefalo, su parte dorsal originará al cerebelo y su parte ventral origina el puente o protuberancia.

Mesencefalo → Se localiza entre el diencefalo y metencefalo.

Proencefalo → Se forman el diencefalo y el telencefalo.

Diencefalo → se desarrollan el tálamo, epitalamo e hipotalálamo.

Telencefalo → Surgen los hemisferios encefálicos.

Sistema nervioso periférico

• Nervios raquídeos → Comienzan su formación al final de la 4ta semana con el crecimiento de los axones de los neuroblastos motores de la placa basal.

• Nervios craneales → Se desarrollan entre la 5 y 6 semana, no tienen disposición segmentaria y algunos son exclusivamente sensitivos, otros motores y otros mixtos.

Sistema nervioso Parasimpático

Se relaciona con funciones viscerales. Las fibras preganglionares de los nervios craneales III, VII y IX.



Embriología.

1°er semestre

1° "D"

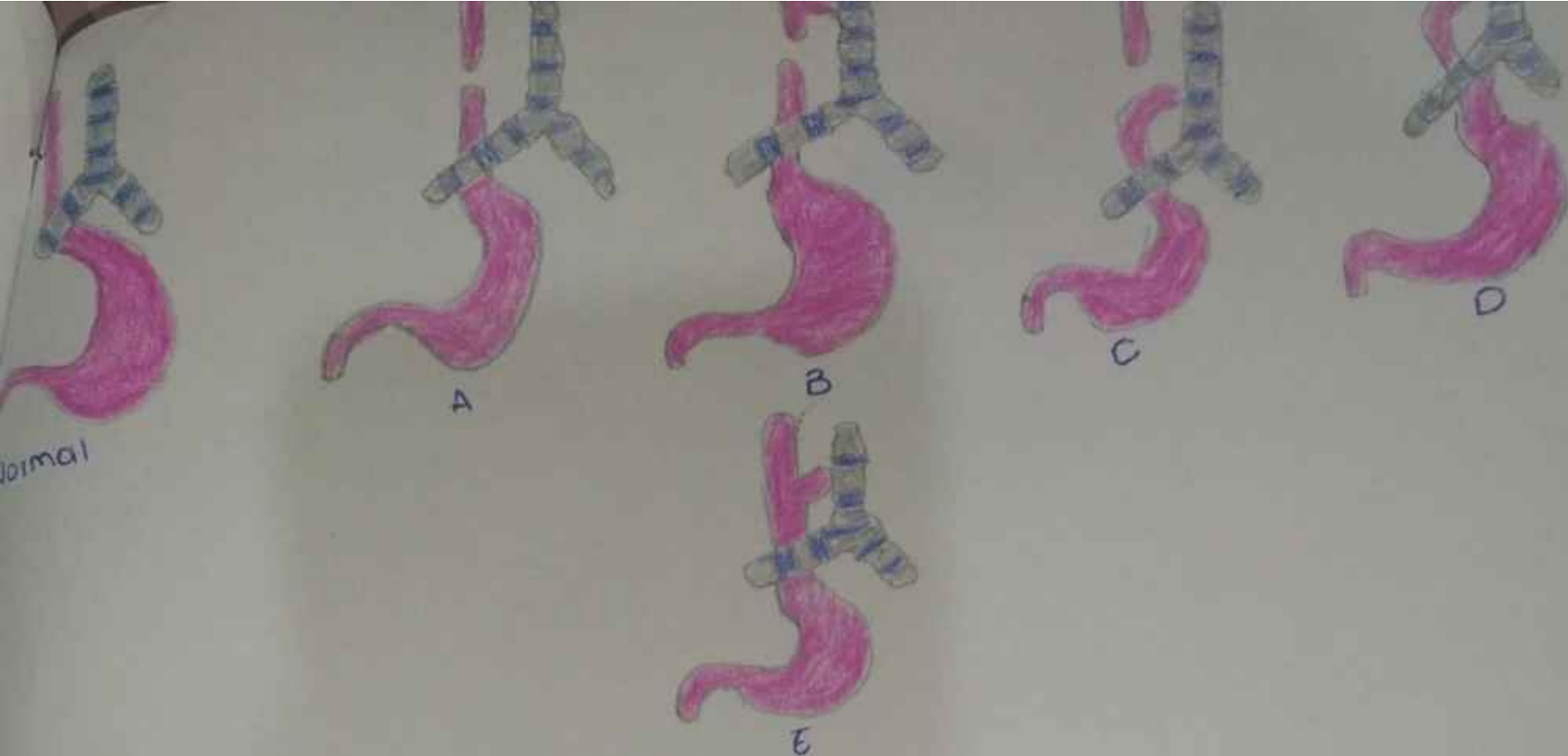
Universidad del Sureste

Licenciatura: Medicina Humana.

Catedrático: Dr.. Ruiz Ballinas Roberto Javier.

Alumno: Gabriela Solórzano Ruiz





Fistulas traqueo-esofágicas -
 Son conexiones anormales entre la tráquea y el esófago.
 La FTÉ es una anomalía congénita común, pero cuando se presenta en etapas avanzadas de la vida suele ser la secuela de procedimientos quirúrgicos como una laringectomía.
 La fistula traqueo-esofágica es un defecto de nacimiento, esto sucede cuando el bebé se estaba formando durante el embarazo.
 Cuando un bebé con una FTÉ traga, el líquido puede pasar a través de la conexión entre el esófago y la tráquea. Cuando esto ocurre, el líquido ingresa en los pulmones del bebé. Eso puede causar neumonía y otros problemas.

Tipos:

Tipo A: Sin atresia esofágica.

Tipo B: FTÉ proximal con atresia esofágica.

Tipo C: FTÉ distal con atresia esofágica.

Tipo D: FTÉ proximales y distales con atresia esofágica.

Tipo E: FTÉ sin atresia esofágica o fistula H.

Fistulas Traqueo-esofágicas