



Tema:

Cap. 18 Desarrollo del sistema muscular

Materia:

Biología del desarrollo

Alumna:

Zaira Rubí Rodríguez Sánchez

Profesor:

Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

Fecha:

19 de diciembre del 2024

Cap 18. Desarrollo del sistema muscular.

Contracción - relajación

Músculo esquelético se encarga de la locomoción del cuerpo.

Músculo cardíaco propulsa la sangre corporal.

Músculo liso proporciona los movimientos peristálticos del tubo digestivo.

El **mesodermo** es el principal tejido del cual se desarrollará la mayoría de los músculos en el adulto, aunque algunos se originan 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).

• **Músculo estriado esquelético.**

La mayor parte se desarrollará a partir del **miotomo** de las somitas, la cual se originará del mesodermo paraxial.

Cada **fibra muscular** pasa por las siguientes fases:

- Célula mesenquimatosa miogénica (mioblasto).
- Mioblasto posmitótico.
- Miotubos.
- Fibra muscular

✦ Para la regeneración muscular durante la vida posnatal, se requiere de las células satélite musculares.

Son células alargadas multinucleadas con núcleos localizados en la periferia, por debajo de la membrana celular, con estriaciones transversales características y son inervadas por el sistema nervioso somático o voluntario.

Las células miogénicas (donde surgirá músculo) realizarán divisiones mitóticas e incrementarán su número, desde su ubicación en los miotomas de las somitas. Después de permanecer por un tiempo dentro del ciclo celular, las células miogénicas o mioblastos llevarán a cabo su última división celular y se diferenciarán en un mioblasto postmitótico.

La permanencia y salida de la célula muscular del ciclo celular estarán reguladas por diversos factores de crecimiento y por la producción de la proteína p21.

Una vez que la célula muscular sale del ciclo celular como mioblasto postmitótico, se dará inicio a la síntesis de las proteínas contractiles (miofibrillas), que se compondrán a su vez de miofilamentos gruesos y delgados (miosina y actina).

También se sintetizarán otras proteínas como la troponina y la tropomiosina.

Unidad funcional de la fibra muscular: sarcomero.

Regulación de la miogénesis.

La diferenciación de las células musculares estará dada por un conjunto de factores reguladores miogénicos. En el dermomiotomo, las células del extremo ~~dorsal~~ lateral 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). Para que este gen se exprese el mesodermo lateral debe secretar BMP-4 y el ectodermo WNT. Por el lado opuesto del dermomiotomo, las células del extremo dorsomedial 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. La acción conjunta de MYO-D y MYF-5 activan a los genes de la miogenina y de MRF-5, que a su vez promueven la formación de miofibrillas. Los mioblastos comienzan a sintetizar actina y miosina y se fusionan con otros mioblastos para formar un miotubo, mientras que los miotubos forman miofibrillas, sus núcleos migran a la periferia, diferen-

ciándose en una fibra muscular.

Cuando los mioblastos se fusionan para dar miotubos, dan lugar a los miotubos primarios, a lo largo de estos se forman los miotubos secundarios que surgen de los mioblastos más tardíos, para este momento ya están presentes los primeros axones motores, que son necesarios para la formación de estos miotubos secundarios.

Existen 2 tipos de fibras musculares:

- Las de mosaico rápido
 - Las de mosaico lento.
- hay diferencias en las proteínas contráctiles que se sintetizan como la miosina.

Se pueden identificar tres diferentes tipos de miosina:

- La miosina embrionaria
- La miosina neonatal
- La miosina adulta.

Alteraciones del sistema muscular.

- **Secuencia de Poland**: la ausencia del pectoral menor con pérdida parcial del pectoral mayor.
- **Síndrome de abdomen en ciruela pasa** (síndrome de prune belly o de la triada): es una alteración congénita en la que la musculatura de la pared abdominal está parcial (hipoplasia) o completamente ausente.
- **Distrofias musculares**: alteraciones de origen genético que se caracterizan por una debilidad muscular progresiva. Inervación uno suficiente

Morfogénesis muscular.

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

Las células miogénicas de los músculos del tronco y de las extremidades migran desde la somita a su nivel correspondiente y se organizan en capas y grupos definidos.

Al final de la quinta semana, cada miotomo de una somita está dividido en un epímero (de las células dorsomediales del dermatotomo) y un hipómero (de las células dorsolaterales del dermatotomo). Los mioblastos de los epímeros darán origen a los músculos extensores del cuello y de la columna vertebral, mientras que de los hipómeros originarán los músculos de las extremidades y de la pared corporal.

Músculos hipoméricos a nivel cervical:

- Músculo escaleno.
- Geniohioides.
- Prevertebrales.

De la musculatura de la cabeza, casi todos se originan del mesodermo paraxial (somitómicos y somitas).

En torax y abdomen:

- Intercostales internos, externos y profundos

En el abdomen:

- Oblicuo mayor
- Oblicuo menor y transverso del abdomen.

A nivel lumbar:

- Cuadrado lumbar.

A nivel sacrocóccigeo:

- Diafragma pelviano.
- Estriado del ano.

• Músculo estriado cardíaco.

^{espleno}espleno

Se origina de la hoja esplénica del mesodermo lateral.

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 contribuyen al sistema de conducción del corazón.

El Myo-D y otros factores de diferenciación se expresan tardíamente.

Desde los primeros mioblastos se puede observar una gran cantidad de miofibrillas en su citoplasma, lo que permite contraerse. Los miocitos cardíacos no se fusionan entre sí, permanecen como células individuales. Ya como células musculares cardíacas, aumentan su tamaño, disminuye el número de miofibrillas e incrementará la cantidad de glucógeno en su citoplasma.

Estas células terminarían por diferenciarse en el sistema de conducción del corazón.

• Músculo liso.

Casi todo se origina del mesodermo esplácnico, aunque algunas regiones pueden provenir del mesodermo o del ectodermo.

Mesodermo esplácnico → musculatura lisa del tubo digestivo y respiratorio.

Mesodermo local (mesénquima) → músculo de los vasos sanguíneos y pilorectores.

Ectodermo → músculo dilatador y esfínter de la pupila y los músculos de las glándulas mamarias y sudoríparas.

Miocardina → coactivador en la diferenciación de las células mesenquimatosas a músculo liso.



Tema:

Cap. 21 Desarrollo del sistema respiratorio

Materia:

Biología del desarrollo

Alumna:

Zaira Rubí Rodríguez Sánchez

Profesor:

Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

Fecha:

19 de diciembre del 2024

Cap. 21. Desarrollo del sistema respiratorio.

Los pulmones se encargan de la oxigenación de la sangre a través de la membrana alveolocapilar.

Respiración → se define como el transporte de oxígeno al interior de los tejidos y del dióxido de carbono en dirección opuesta.

Morfológicamente se divide en: Vías respiratorias altas - superiores

El sistema respiratorio es responsable del intercambio gaseoso, capta el oxígeno y elimina el dióxido de carbono.

- Nariz
- Cavidades nasales
- Senos paranasales
- Faringe

Vías respiratorias inferiores

- Laringe
- Tráquea
- Bronquios
- Bronquiolos
- Alvéolos

El aire ingresa al organismo por las fosas nasales, pasa por la faringe y llega a la laringe, esta se conecta con la tráquea, que se bifurca

en dos bronquios principales, a su vez divididos en tres bronquios secundarios en el pulmón derecho, y dos bronquios secundarios izquierdo. Estos bronquios secundarios o lobulares se sumergen en el tejido pulmonar, donde funcionan como un túnel hacia los alvéolos.

Los bronquios secundarios se ramifican con el estímulo del: factor de crecimiento de fibroblastos 10 (FGF-10) en bronquios segmentarios y posteriormente en bronquiolos terminales, luego en bronquiolos respiratorios y finalmente terminan en los alvéolos. El tejido de sostén, originado del mesodermo espláncico, cubre todas las estructuras anatómicas a partir de los bronquios lobulares.

Los dos pulmones están formados por células derivadas del endodermo y del mesodermo. Están cubiertos por la pleura visceral y la pleura parietal, entre éstas existe un espacio: cavidad interpleural que contiene líquido pleural.

El intercambio gaseoso ocurre entre la membrana alveolocapilar, constituida por la pared alveolar y la pared del capilar pulmonar.

• Morfogénesis del sistema respiratorio ^{↑ mitad}

- Inicia su desarrollo en la 4ta semana y lo concluye hasta la infancia.
- Laringe, tráquea, bronquios y pulmones → se forman a partir del primordio respiratorio que se origina como una evaginación del intestino anterior.

Comienza cuando el piso del intestino anterior aparece la hendidura laringotraqueal, que se localiza en línea media a la altura de la III, IV y VI Bolsas faríngeas. El epitelio que reviste esta hendidura se divide en tres porciones: cefálica, media y caudal. La caudal da origen al epitelio que revestirá a la faringe; la porción medial al epitelio que revestirá a la faringe y la porción caudal presenta una evaginación que forma el esbozo respiratorio, este en su porción cefálica, se alarga y se diferencia en la tráquea, los bronquios y los bronquiolos y en su porción caudal da lugar a los alvéolos. Para su localización y aspecto es importante el ácido retinoico.

Nariz y cavidad nasal.

Se desarrolla de la porción lateral de las prominencia frontonasal, a partir de la cuarta semana.

El mesénquima de esta prominencia frontonasal se origina fundamentalmente de las crestas neurales.

La primera manifestación son las placodas nasales, en la porción ventrolateral de la prominencia frontonasal. Estas ^(del ectodermo superficial) comienzan a deprimirse en el centro transformándose, en las fóveas nasales, el mesénquima de los bordes de las fóveas proliferan dando lugar a las prominencias nasales medial y lateral, y entre ellas el saco nasal primitivo. Hacia finales de la quinta semana estas prominencias migran hacia línea media, en este momento, las prominencias laterales están separadas por un surco maxilar por una hendidura, el surco nasolagrimal, al final de la sexta semana se establece una continuidad entre estas. Entre la décima y séptima semana las prominencias mediales se fusionan entre sí para formar el segmento intermaxilar, dando lugar a varias estructuras de la cara. Las prominencias laterales darán origen a las alas de la nariz, y las mediales darán origen a la punta de la nariz y el tabique nasal. Conforme se desarrollan las prominencias nasales, las fóveas se profundizan y forman los sacos nasales primitivos, finalmente estas 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 y se comienza a romper durante la sexta semana permitiendo la comunicación de la cavidad nasal con la bucal a través de las coanas primitivas, justo detrás del paladar primario. Se desarrollan los procesos palatinos de las prominencias maxilares para formar el paladar secundario, el cual se fusiona con el primario y el tabique; desplazando a las coanas primitivas para conformar las coanas definitivas a nivel de la nasofaringe. En las paredes de la cavidad nasal se desarrollan también los cornetes superior, medio e inferior y el epitelio se comienza a especializar para formar al epitelio respiratorio.

Laringe y epiglotis.

Comienzan a formarse en la cuarta semana.

El endodermo que recubre la hendidura laringotraqueal dará origen al epitelio y las glándulas de la laringe, tráquea y bronquios y el epitelio pulmonar. Del mesodermo espláncico que rodea la hendidura surgirá el tejido conjuntivo, el cartilago y el músculo liso de estas estructuras.

Al final de la 4ta semana, la hendidura se profundiza para formar el divertículo laringotraqueal, el cual se alarga y se estrecha en su extremo distal para que aparezca la gema broncopulmonar.

Conforme se alarga el divertículo, a los lados surgen dos pliegues o rebordes que se profundizan y aproximan entre sí hasta fusionarse y dar lugar al tabique traqueoesofágico, el cual separa el tubo laringotraqueal del intestino anterior.

El epitelio de la laringe → se forma a partir del endodermo del tubo laringotraqueal.

Los cartilagos de la laringe → se originan del mesénquima de los arcos faríngeos 4to y 6to.

A los lados de la hendidura laringotraqueal, el mesénquima forma dos elevaciones, las tumefacciones o engrosamientos aritenoides convirtiendo la hendidura en un orificio en forma de "T", la glotis primitiva. Una vez formada y los engrosamientos, la hendidura comienza la recanalización entre la novena y décima semana de desarrollo. Durante la recanalización laríngea aparecen 2 recessos laterales en la laringe: los vestibulos laríngeos, limitados por dos pliegues de la mucosa: los pliegues vocales y los vestibulares.

Tráquea, bronquios y pulmones.

Derivan del intestino anterior a nivel de la 4ta bolsa faríngea. A la mitad de la 4ta 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.

→ **Surco laríngeo-traqueal**, este y el **esbozo endodérmico** forman el **primordio** de la tráquea, los bronquios y los pulmones.

Mientras el esbozo respiratorio crece longitudinalmente, interactúa con el **mesodermo esplácnico** que lo rodea, de la **porción cefálica** de este se origina la **tráquea**, los **bronquios** y los **bronquiolos** y de la **caudal**, los **alvéolos**.

Al final de la 4ta semana, la **gema broncopulmonar** crece y se bifurca formando dos protuberancias: las **yemas bronquiales**, que se proyectan hacia los **conductos pericardioperitoneales** (futuras cavidades pleurales).

Durante la 5ta semana, estas **yemas** se alargan para dar lugar al **primordio** de los **bronquios primarios** derecho e izquierdo. En la sexta semana, estos bronquios se subdividen en **bronquios secundarios**; en el lado derecho se subdividen primero en bronquio superior y otro inferior y este último a su vez en otras dos, mientras que en el lado izquierdo solo se subdivide en dos bronquios secundarios.

Durante la séptima semana, cada bronquio secundario se ramifica dando origen a los **bronquios terciarios o segmentarios**. A medida que ocurre esto, también el **mesénquima** circundante se divide formando en conjunto el **primordio** de los **segmentos broncopulmonares**. Hasta la semana 24 se han formado aprox. **17 generaciones de ramas bronquiales** y los **bronquios respiratorios**. Después del nacimiento se desarrollan en promedio **7 generaciones más de ramas bronquiales**.

El desarrollo broncopulmonar termina entre los 8 y 10 años.

Esta ramificación es regulada por el **mesodermo esplácnico** que rodea al endodermo a través del **TGF- β 10** y el protooncogén **N-MYC**.

La expresión de los genes **HoxA-3 a HoxA-5** y **HoxB-3 a HoxB-6** → están implicado en la **especificación regional** de estas vías respiratorias.

El **epitelio** que reviste la **tráquea hasta los sacos alveolares** se originan a partir del **endodermo**.

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

- Epitelio
- Lámينا propia
- Submucosa
- Músculo liso
- Cartilago hialino

se observan desde la tráquea hasta los bronquios.

A partir de los bronquiolos, el árbol bronquial carece de cartilago y está protegido por el estroma pulmonar (se constituye por derivados del mesodermo esplácnico: células endoteliales, intersticiales y macrófagos y por fibras de colágeno, elastina y reticulina).

Los **pulmones** comienzan su desarrollo en la 4ta semana, con el esbozo respiratorio, que se origina a partir de una evaginación endodérmica del intestino anterior y es rodeado por el mesénquima esplácnico.

Epitelio de revestimiento interno → endodermo
Resto del componente pulmonar → mesodermo esplácnico.

La **diferenciación morfológica** de los pulmones derecho e izquierdo está regulada por los genes asociados con el factor de crecimiento transformante β (**TGF- β**), como son el receptor

|| para activina, **Lefty I, II, Nodal** y **PITX2**.

3. **Etapa sacular** → comprende de la semana 26 (o saco terminal)

Se caracteriza por el incremento de sacos terminales y el adelgazamiento de su epitelio, formado por células planas y cúbicas, separadas entre sí por medio de tabiques. Los primeros neumocitos en diferenciarse son los de tipo II que a su vez dan origen a los neumocitos tipo I.

Neumocitos tipo II: se distinguen porque parte de sus orgánulos citoplasmáticos son los cuerpos lamalares, que al final de la etapa aumentan en tamaño y número, y por participar en la síntesis y secreción del factor surfactante.

Factores que participan: TTF-1 y HNF-3β.

Neumocitos tipo I: se adelgazan y participan en el desarrollo de la membrana alveolocapilar

Al nacimiento la membrana ya permite el intercambio gaseoso y está formada por:

Permite el intercambio gaseoso.

- Neumocito de tipo I
- la lámina basal del alveolo.
- la del capilar
- Célula endotelial.

primeros años de la vida posnatal.

4. **Etapa alveolar** → ocurre la formación de las **tasas alveolares** o **alvéolos definitivos** (posnatal).

Los alveolos constan de paredes lisas revestidas por neumocitos tipo I y II. Una vez concluido el desarrollo de los pulmones, estos se componen de **lobulillos pulmonares**, consideradas como la **unidad estructural básica del pulmón**.

Los bronquiolos terminales se dividen para formar los **bronquiolos espiratorios**, compuestos por células cúbicas ciliadas que alternan con células no ciliadas (células de clara o epiteliales secretoras bronquiolares)

conformados por:
- El bronquiolo respiratorio.
- El conducto alveolar
- Saco alveolar

Pared bronquiolar: músculo liso, fibras elásticas, fibras colágenas y fibras reticulares.

Conducto alveolar: pared delgada de epitelio plano, escaso músculo liso, fibras reticulares, elásticas y de colágeno.

Estos terminan en los **sacos alveolares**: estructuras con una pared delgada de epitelio plano por las **fibras colágenas, elásticas y reticulares**.

Alvéolo: es el fondo de saco terminal, está formado por una pared delgada tapizada por neumocitos tipo I y II; el TTF-1 y la BMP-4 participan en esta etapa.

Los alveolos adyacentes forman una pared llamada: **tabique interalveolar**; donde se localiza:

- Los neumocitos tipo I y II
- Las células endoteliales que revisten los vasos sanguíneos.
- Las células intersticiales

→ Tienen un diámetro de 0,3 mm al nacimiento y existen entre 20 y 50 millones y en la vida adulta entre 300 y 800 millones

Los movimientos respiratorios comienzan en la semana 12 y alcanzan su regularidad en la semana 34.

Características de los neumocitos

Neumocito tipo I: \rightarrow macrófagos pulmonares

- Célula plana, con un núcleo central
- Citoplasma escaso
- Proyecciones citoplasmáticas que ayudan a cubrir la mayor parte de la superficie alveolar (95%)
- Forman la membrana de intercambio gaseoso.
- 7-9% del total de las células alveolares
- Muchas ribosomas y mitocondrias
- Diámetro aprox de 50 μ m y hasta 0,2 μ m de grosor.

Neumocito tipo II:

- Célula cúbica
- Diámetro de 9 μ m
- Núcleo esférico
- Metabólicamente muy activo.
- Cubre el 5% de la superficie alveolar.
- Corresponde al 14-16% de las células alveolares.
- Se encuentran los cuerpos lamelares

Características del factor surfactante pulmonar

- Ocurre en los neumocitos tipo II
- Es modulada por hormonas (cortisol, insulina, prolactina, tiroxina).
- La síntesis ocurre en el aparato de Golgi y se almacena en los cuerpos lamelares

Se comienza a producir entre las semanas 24 y 28

En la semana 35 se alcanzan concentraciones suficientes y comienza a secretarse por exocitosis y se distribuye sobre la superficie alveolar para producir tensión superficial y facilitar la expansión alveolar, lo que facilita el intercambio gaseoso.

Se compone en un 90% de lípidos (de los cuales entre el 80 y 90% son fosfolípidos) y un 10% de proteínas (llamadas A, B, C, D)

TTF-1 y el gen de la proteína B.

Enfermedad por membrana hialina: tiene su origen en la deficiencia del factor surfactante pulmonar y es muy frecuente, sobre todo en los bebés prematuros y en las hijas de madres diabéticas.

Que es

Clasificación

Esquemático
(dibujos)

Fistulas traqueo esofágica

de
 \rightarrow Enfermedad membrana hialina \rightarrow no hay tensión pulmonar en los alveolos por ende no hay existencia de la membrana lo que va a causar que no se lleve a cabo el intercambio gaseoso



Tema:

Cap. 22 Desarrollo del sistema cardiovascular

Materia:

Biología del desarrollo

Alumna:

Zaira Rubí Rodríguez Sánchez

Profesor:

Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

Fecha:

19 de diciembre del 2024

Cap. 22. Desarrollo del sistema cardiovascular.

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

Es un músculo hueco que actúa como una bomba aspirante e impelente de la sangre.

Su pared consta de tres capas:

- Endocardio (más interna, en contacto directo con la sangre).
- Miocardio (capa intermedia muscular o contráctil).
- Epicardio o capa visceral del pericardio (capa externa)

Está situado en el tórax entre los pulmones y el esternón, justo encima del diafragma; está envuelto por una capa de tejido fibroso: el pericardio parietal.

Conformado por 4 cavidades

- 2 atrios (aurículas): derecho e izquierdo
- 2 ventrículos: derecho e izquierdo.

- separa de las estructuras vecinas.
- Sirve de protección
- Ofrece libertad en sus movimientos de contracción y relajación.

Estos están separados por el esqueleto fibroso, que sirven de inserción para las fibras miocárdicas atriales y ventriculares que sostiene a las valvas atrioventriculares, que regulan el paso de la sangre de los atrios a los ventrículos.

Tricúspide y mitral.

Complementan el esqueleto fibroso 2 anillos más, que dan inserción a las valvas que controlan el paso de la sangre de los ventrículos a las arterias: las valvas pulmonar y aórtica.

Separando las cavidades derechas de las izquierdas se encuentran 3 tabiques o septos: el tabique interatrial, el tabique interventricular y el tabique atrioventricular (que separa al atrio derecho del ventrículo izquierdo). La finalidad de estos tabiques en conjunto es separar la sangre venosa o desoxigenada que circula por las cavidades derechas, de la sangre arterial u oxigenada que va por las cavidades izquierdas.

Completan la arquitectura del corazón 2 subsistemas: el coronario, encargado de llevar la irrigación propia del corazón, iniciándose con las emergencias de las arterias coronarias derecha e izquierda que surgen de la aorta a nivel de la válvula aórtica y terminando en el atrio derecho en el seno coronario, al cual desembocan las diferentes venas coronarias. El sistema de conducción es el encargado de llevar de manera eficiente y ordenada los impulsos eléctricos que producen la contracción del músculo cardíaco, se generan en el nodo sinusal, y 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.

En el humano, la morfogénesis cardíaca, ocurre entre la sexta y tercera semanas del desarrollo intrauterino.

El sistema cardiovascular es el primero en alcanzar una madurez funcional.

Cardiopatía congénita: a cualquier alteración morfológica o funcional del corazón o de los grandes vasos (arterias o venas) presente en el momento del nacimiento

Etapa precardiogénica.

Se forman las áreas cardíacas, que se fusionan y constituyen la herradura cardiogénica. En estas áreas se inicia la regulación molecular para la diferenciación de los cardiomiocitos.

Se entiende por etapa precardiogénica a lo ocurrido durante la gastrulación (día 15 a 18 ± 1).

Las áreas cardíacas están ubicadas en el mesodermo y son dos, bilaterales y simétricas, situadas a ambos lados de la línea primitiva al nivel del nodo primitivo. La inducción de las células precardiacas para que comiencen su diferenciación a células cardíacas se realiza a través de señales moleculares provenientes del endodermo a nivel cefálico, mediante proteína morfogénica ósea 2 (BMP-2) y factor de crecimiento de fibroblastos 4 (FGF4), que hacen que se expresen NKX2.5, MEF2 y GATA4 en el mesodermo de las áreas cardíacas, iniciándose la diferenciación de dichas células a cardiomiocitos.

En el periodo de gastrula tardía, los extremos cefálicos de las áreas cardíacas se tocan entre sí adoptando la forma de una "U" invertida, constituyendo la llamada **herradura cardiogénica**.

Campos cardiogénicos.

A la herradura cardiogénica se le conoce como el primer campo cardiogénico y se considera la fuente celular tanto del miocardio como el endocardio del tubo cardíaco primitivo, precursor de la mayor parte de la porción trabecular del ventrículo izquierdo.

DESARROLLO DEL CORAZÓN EMBRIONARIO.

Comienza su formación en la 4ta semana, en la que se fusionan los primordios miocárdicos y se constituye el tubo cardíaco primitivo. Este tubo primitivo se flexiona para ir situando a las cavidades primitivas del corazón en posición definitiva. Finalmente en el interior de estas cavidades se desarrollan los primordios de los tabiques que separarán las cavidades cardíacas definitivas.

Etapa pre-asa: formación del tubo cardíaco primitivo.

Al terminar la gastrulación, comienza el proceso de flexión o tubulación del embrión (día 18 ± 1). Las células precardiacas o cardiogénicas, que durante el periodo de gastrulación formaban la herradura cardiogénica en el mesodermo, quedan ubicadas en la esplacnopleura, constituyendo la placa cardiogénica. Esta se encuentra en posición cefálica respecto al pliegue cefálico, y limitada dorsalmente por el celoma intraembrionario, también en forma de herradura, y ventralmente por el endodermo del saco vitelino.

Esta placa cardiogénica es la precursora del manto miocárdico, ya que de ella se van a diferenciar el miocardio y el endocardio.

El endocardio se origina a partir de grupos de células de la pared ventral del manto, de la que provienen múltiples islotes sanguíneos que se unen y forman pequeños acúmulos angiogénicos, los cuales se interconectan conformando plexos en ambas ramas de la herradura para finalmente constituir a lo largo de ella un tubo endocárdico primitivo en cada rama.

La esplancopleura vecina a las tubas endocárdicas primitivas sufre un engrosamiento del cual se originan los primordios miocárdicos.

Conforme progresa el proceso de tubulación, los tubos endocárdicos primitivos y primordios miocárdicos se van desplazando en dirección ventromedial, haciendo que se acercan entre sí los tubos endocárdicos y los primordios miocárdicos, hasta que se fusionan y constituyen en un tubo miocardocárdico o tubo cardíaco primitivo (día 22 ± 1). El desplazamiento de este tubo miocardocárdico lo sitúa por delante de la pared ventral del intestino anterior.

El tubo cardíaco primitivo está formado por: una luz central limitada por una capa de células endocárdicas, una capa de dos otras células miocárdicas que rodean ventrolateralmente, y entre estas capas queda una gruesa capa de material amorfo extracelular rica en mucopolisacáridos, colágeno y glucoproteínas denominada gelatina cardíaca o de Davis.

El tubo cardíaco primitivo queda incluido en la cavidad pericárdica primitiva (porción cefálica del aloma intraembrionario) y permanece unido al intestino anterior durante un corto período por una banda de mesodermo: el mesocardio dorsal y que finalmente desaparece. En esta etapa las células miocárdicas del tubo cardíaco ya muestran microfibrillas en su citoplasma que les dan actividad contráctil, aunque no hay circulación (día 22 ± 1).

Como consecuencia del proceso de tubulación, el desarrollo del pliegue cefálico en el extremo rostral del embrión determina que el conjunto formado por el tabique transversal - tubo cardíaco - membrana bucofaríngea - pliegues neurales sufran un desplazamiento ventrocaudal con un giro de aprox. 180° alcanzando su posición anatómica definitiva.

Al tubo cardíaco primitivo en esta etapa del desarrollo se le ha llamado corazón en tubo recto o en etapa de pre-asa.

Gradualmente, el tubo está unido a las venas vitelinas (onfalomesentéricas), a las venas umbilicales (alantoidicas) y a las venas cardíacas comunes y cranealmente se continúa con el primer par de arcos aórticos.

Casi inmediatamente, el tubo comienza a flexionarse hacia la derecha y adelante, formando a la asa bulboventricular (día 22 ± 1), adaptando el tubo cardíaco una forma de "S" (etapa de asa).

Etapa de asa: flexión del tubo cardíaco primitivo.

El tubo cardíaco, originalmente casi recto y orientado rostrocaudalmente, sufre un proceso de torsión y rotación para formar el asa bulboventricular (día 22 ± 1).

La cara ventral del tubo cardíaco se abulta hacia afuera y rota hacia la derecha y adelante, confiriendo al corazón la forma de una "C". La torsión del corazón aumenta progresivamente y se comienza a romper el mesocardio dorsal, liberando la mayor parte del tubo cardíaco, que sufre una torsión sobre su propio eje. Las células endocárdicas se alinean perpendicularmente a la luz del corazón y hay cambios de la gelatina cardíaca.

En este período el corazón está constituido caudalmente por el segmento atrial y cefálicamente por el asa bulboventricular (segmento ventricular) formado por dos ramas: una ascendente o bulbo cardíaco y una descendente o ventrículo primitivo (primordio de la porción trabeculada del ventrículo izquierdo más la porción de entrada de ambos ventrículos).

El bulbo cardíaco a su vez está constituido por: el cono o porción distal, que se continúa con los dos primeros pares de arcos aórticos y que finalmente dará origen a los infundibulos ventriculares; y la porción proximal, que está conectada a la rama descendente del asa y que dará lugar a la porción trabeculada del ventrículo derecho.

Por su parte el ventrículo primitivo está unido al segmento atrial por el canal atrioventricular.

Caudal al segmento atrial se forma un pequeño resaca, el seno venoso, al cual desembocan en pares las venas umbilicales, vitelinas y cardinales comunes, que a su vez reciben a las venas cardinales anteriores y posteriores.

El control molecular que determina el sistema axial derecha e izquierda, también regula la expresión asimétrica del gen BMP-4 en el tubo cardíaco, lo que probablemente contribuya a que el tubo cardíaco se doble a la derecha; otros factores relacionados son Nrx2.5, MEF-2 y el ácido retinoico y se ha encontrado la expresión diferencial de d-HAND en la parte craneal y de c-HAND en la parte caudal del asa bulboventricular.

Etapa de pos-asa: esbozos septales y valvulares.

Durante este período, el tubo cardíaco (día 26 a 28 ± 1) sufre cambios externos e internos que determinan que las cavidades atriales y ventriculares queden ya ubicadas en su posición definitiva, y que se inicie el desarrollo de los tabiques que las separarán y de las valvas que controlarán el paso de sangre por el corazón.

El asa bulboventricular se va acentuando cada vez más, adoptando el corazón en su conjunto la forma de una "S". Al principio de esta etapa, los atrios se sitúan en posición dorsal respecto al ventrículo primitivo y al finalizar esta etapa alcanzan una posición cefalodorsal que mantendrán durante todo el desarrollo y en el corazón adulto, cuando esto ocurre, el corazón adopta la forma de una "U". También, distal al cono aparece el segmento troncal que une al corazón con el saco aórtico. Estos nuevos segmentos se desarrollarán por la incorporación de mesodermo esplácnico perifaríngeo, e intervendrán en el desarrollo de los anillos valvulares aórticos y pulmonar, la porción proximal de las grandes arterias, los infundibulos ventriculares y el cierre de la comunicación interventricular embrionaria. En esta etapa aparece la capa visceral del pericardio o epicardio (capa más externa del corazón), este se origina del órgano proepicárdico (conjunto de células mesoteliales que forman un abultamiento sobre el lado derecho del seno venoso). Estas células dan origen al mesotelio y el tejido conectivo del epicardio y a las arterias y venas coronarias. El epicardio expresa integrina-4 que interactúa con la molécula de adhesión VCAM-1 expresada por el miocardio, lo que permite la adherencia del epicardio sobre el miocardio.

Cavidades cardíacas primitivas.

Al finalizar la 4ta semana, ya están presentes en el corazón todas las cavidades cardíacas primitivas y totalmente establecida la circulación embrionaria y extraembrionaria.



Tema:

Cap. 24 Desarrollo del sistema nervioso

Materia:

Biología del desarrollo

Alumna:

Zaira Rubí Rodríguez Sánchez

Profesor:

Dr. Roberto Javier Ruiz Ballinas

Fecha:

19 de diciembre del 2024

Cap. 24 Desarrollo del sistema nervioso.

El sistema nervioso central con el sistema cardiovascular son los primeros que inician su desarrollo en el embrión. En la tercera semana ya es posible identificar las primeras manifestaciones del sistema nervioso con la formación de la placa neural. Las modificaciones de la placa neural llevarán a la conformación del encéfalo y la médula espinal.

La cresta neural interviene en la formación de estructuras tanto del sistema nervioso central como el sistema nervioso periférico y el autónomo. También participa en el desarrollo de una variedad de órganos y tejidos como la médula suprarrenal, el tabique aortopulmonar, la dentina, las valvas aórticas y pulmonar, el tejido óseo y cartilaginoso, etc.

El SNC está formado por la médula espinal y el encéfalo, estructuras localizadas en el interior de un esqueleto protector constituido por la columna vertebral y la cavidad craneal. Este sistema guarda la zona de mayor desarrollo y evolución del ser humano: la neocorteza (corteza cerebral), donde radica el sistema nervioso somático, encargado del control de los movimientos voluntarios, desde donde nace la señal que termina innervando los músculos voluntarios o esqueléticos, aquí también terminan las señales que vienen desde la piel y los órganos de los sentidos que nos hacen conscientes del entorno (toda sensación o estímulo del medio externo).

El SNC igualmente guarda las estructuras que controlan los movimientos involuntarios, el sistema nervioso autónomo que detecta la sensibilidad y los estímulos que se originan del medio interno (estructuras vegetativas o viscerales) y que radica en las regiones subcorticales, desde donde se controlan los órganos que cuentan con tejidos glandulares y músculo liso y cardíaco.

El sistema nervioso periférico consta de 31 pares de nervios raquídeos o espinales nacientes de la médula espinal y 12 pares de nervios craneales cuyo origen se encuentra en el encéfalo; asimismo cuenta con los ganglios nerviosos somáticos y autónomos (simpáticos y parasimpáticos). Estos nervios representan los puentes de comunicación entre el medio externo (desde la piel y desde los órganos de los sentidos) y el medio interno (desde los tejidos viscerales o vegetativos) hacia el sistema nervioso central y desde éste al medio externo para el control del movimiento voluntario (desde la corteza donde radica el sistema nervioso somático) y al medio interno para la señal de control de la función visceral (desde las regiones subcorticales del sistema nervioso autónomo).

El sistema nervioso comienza su funcionamiento y controla funciones como la frecuencia cardíaca, reflejos como la deglución y los movimientos musculares del feto.

Neurulación: es un proceso que inicia con la formación de la placa neural y termina en el cierre del tubo neural. Ocurre entre el final de la tercera y la cuarta semana del desarrollo.

La notocorda induce al ectodermo a diferenciarse a neuroectodermo que va a formar a la placa neural que se transformará en el surco neural y que va a dar lugar a los pliegues neurales de los que se desprenderá la cresta neural y también dará lugar al canal neural que al cerrarse formará el tubo neural.

La mayoría de las células del sistema nervioso se originan a partir de células madre pluripotenciales situadas en el neuroepitelio del tubo neural. La excepción son las células de la microglia, cuyo origen es a partir del mesodermo.

La cresta neural se desprende del tubo neural a nivel de sus pliegues neurales, y sus células se transforman en mesenquimatosas y migran para originar o contribuir en el desarrollo no sólo de estructuras del sistema nervioso sino también muchos otros órganos, tales como el corazón, la epidermis, la médula espinal, las glándulas del oído, etc.

Las células madre nerviosas pluripotenciales después de varias mitosis dan origen a células madres bipotenciales estas expresan proteínas de neurofilamentos: línea neuronal que da lugar a neuroblasto bipolar que forma neuroblasto multipolar y finalmente a las neuronas; también expresan proteínas ácida gliofibrilar: línea de la macroglia y estas originan astrocitos II y oligodendrocitos, astrocitos I y células de la glia radial y espendimarias.

En la 4ta semana, el tubo neural da lugar a la formación de las vesículas cerebrales primarias: prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo. Durante la 5ta semana estas vesículas a su vez se dividen y forman las vesículas cerebrales secundarias: telencéfalo, diencefalo, mesencéfalo, metencéfalo y mielencéfalo.

La médula espinal se origina de la porción estrecha del tubo neural. 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. El crecimiento de la médula espinal es menor que el de la columna por lo que en la vida posnatal la médula termina a un nivel más alto que su envoltura ósea.

El encéfalo y el tallo encefálico se forman a partir de las vesículas cerebrales secundarias: telencéfalo, diencefalo, mesencéfalo, metencéfalo y mielencéfalo. Comienzan su desarrollo en la 5ta semana y queda establecida hacia la semana 13.

El sistema nervioso central tiene un fino y complejo control molecular en el que participan diferentes genes que son responsables de la diferente expresión del tubo neural en sentido cefalocaudal y dorsoventral.

El sistema nervioso periférico está formado por los nervios raquídeos, los nervios craneales y el sistema nervioso autónomo con sus divisiones simpática y parasimpática. Se origina de diferentes fuentes: cresta neural y placodas ectodérmicas cervicocraneales.