



Capítulo 16

DESARROLLO DE CARA Y CUELLO

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

Cap 16. Desarrollo de cara y cuello

Muy temprano en el desarrollo embrionario queda determinado cuál va a ser el extremo cefálico y donde se formará la cabeza del embrión; durante la tercera semana aparece la **placa neural**, cuyo extremo dilatado señala que en esa región se desarrollarán el **encéfalo**, el **cráneo** y la **cara del embrión**.

Durante la cuarta semana, el **tubo neural** cierra rápidamente y forma las **vesículas encefálicas primarias**, también ventral al encéfalo en desarrollo, se encuentra en la cara, constituido en este momento por una depresión más o menos central, el **estomodeo**, rodeado de varios relieves. Los primordios faciales. Al fondo del estomodeo hay una **membrana bucofaringea**, que se rompe al final de esta cuarta semana dando acceso a la faringe primitiva. En conjunto, las vesículas encefálicas y la cara darán origen a la cabeza. Un poco más caudal, el cuerpo del embrión se estrecha ligeramente para constituir la región cervical, futuro cuello del embrión el cual está rodeada ventrolateralmente por una serie de abultamientos y depresiones, el aparato faríngeo.

Aparato Faríngeo

Está formado por **5 arcos faríngeos** y **4 surcos**, bolsas y membranas faríngeas. Se forman en la región ventrolateral del cuello del embrión rodeando la faringe primitiva y van apareciendo en pares sucesiva cefalocaudal a partir de la cuarta semana. Participan en la formación de estructuras de la cara y del cuello y el aparato está formado por **mesodermo** y **células de la cresta neural**. Comienza su desarrollo en la cuarta semana y sus arcos, bolsas y surcos y membranas se forman en pares en sucesiva cefalocaudal, para el fin de la cuarta semana pueden observarse con claridad en la superficie del embrión cuatro pares de arcos faríngeos y uno más en posición caudal que se continuará con el cuerpo del embrión.

Arcos faríngeos

Inician en la cuarta semana como resultado de la llegada de las células de la cresta neural craneal que han migrado en dirección ventrolateral y contribuyen a la formación de la cabeza y el cuello. Se desarrollan en pares. Su **diferenciación craneocaudal depende de los genes Hox** y de **gradientes de concentración de ácido retinoico**, con excepción del primer arco; para la formación del segundo y tercer arco es indispensable la expresión de **HoxA-2** y **HoxA-3**. Cada arco faríngeo tiene un **núcleo de mesénquima recubierto por ectodermo en su cara externa y endodermo en su cara interna**. Dicho mesénquima deriva del **mesodermo paraxial y lateral** y células de la cresta neural.

1er arco (arco mandibular): Forma el proceso Maxilar y el mandibular. Del mesénquima en su proceso maxilar origina las maxilas cigomáticas y porción escamosas de los huesos temporales, del proceso mandibular surge la mandíbula.

2do par de arcos aórticos: Aparece casi al mismo tiempo que el primero. Las porciones que persisten dan origen a las arterias hioideas y estas pedías.

Tercer par de arcos aórticos: Se originan las arterias carótidas comunes y la porción proximal de las arterias carótidas internas.

Cuarto arco aórtico izquierdo: Se forma el segmento del cayado aórtico.

Cuarto arco aórtico derecho: Segmento proximal de la arteria subclavia derecha.

Sexto arco aórtico izquierdo: Arteria pulmonar izquierda y porción distal el conducto arterioso. Nervio vago (X).

Derivados Musculares:

- **Músculo del primer arco:** Músculos de la masticación (temporal, masetero y pterigoideos medial y lateral).
- **Músculo del segundo arco:** Músculos de la expresión facial.
- **Músculo del tercer arco:** Músculos estilofaríngeos.
- **Músculos del cuarto y sexto arcos:** Cricotiroides, elevador del velo del paladar, los constrictores de la laringe y musculatura estriada del esófago.

Derivados óseos y cartilagineos:

- **Mesénquima del primer par de arcos faríngeos:** En su proceso maxilar da origen a las maxilas, cigomáticos y porción escamosa de los huesos temporales.
- **Cartilago del primer arco o de Meckel:** Origina el martillo y el yunque.
- **Cartilago del segundo arco o de Reichert:** Estribo, proceso estiloides del temporal. Ligamento estilo hioides, hueso hioides.
- **Cartilago del tercer arco:** Formara la mitad inferior y las astas mayores del hueso hioides.

Bolsas faríngeas:

- **Primer bolsa faríngea:** Se origina de la cavidad timpánica, tuba auditiva y parte de la membrana timpánica.
- **Segunda bolsa:** Se forman las amígdalas y las fosas y criptas amigdalinas.
- **Tercera bolsa:** Mayor parte del timo.
- **Cuarta bolsa:** Pequeña porción del timo y paratiroides superiores.

Surcos faríngeos

- Separan por el exterior a los arcos aórticos.
- Se forman 4 surcos de cada lado.

Membranas Faríngeas

Se sitúan al fondo de los cuatro surcos faríngeos, a cada lado del cuello embrionario.

Formación de la Cara

4-8 semana

- Corre por el resultado del desarrollo de 6 procesos faciales: proceso frontonasal medial - procesos maxilares (2), y los procesos mandibulares (2)
- Depende de la proliferación de mesénquima.
- Para un adecuado desarrollo debe existir una estrecha interacción epitelio mesénquima.

Los procesos faciales que originarán la cara se observan desde la cuarta semana de gestación, rodeando al estomodeo (futura cavidad oral). Están formados principalmente por mesénquima derivado de las células de la cresta neural que integran el primer y segundo arcos faríngeos, formarán cartílagos, huesos y ligamentos de la región facial y bucal:

- Los cinco primordios o procesos faciales son: La prominencia frontonasal.
- Dos prominencias maxilares.
- Dos prominencias mandibulares.

A la quinta semana de gestación en la prominencia frontonasal hay 2 engrosamientos locales de ectodermio superficial, la inducción por la parte ventral del cerebro anterior formarán las placodas nasales u olfatorias.

Al final de la sexta semana se observa la mandíbula y la maxila. Los labios y las encías se desarrollan cuando un engrosamiento lineal del ectodermio, la lámina labiogingival, crece hacia el mesénquima subyacente. La degeneración de la lámina forma el surco labiogingival y el frenillo labial superior.

En la formación inicial de la cara los procesos maxilares y nasales laterales se separan por el surco nasolagrimal; del piso de este se forma un cordón epitelial ectodérmico que posteriormente se canaliza para formar el conducto nasolagrimal, su extremo superior se ensacha y forma el saco lagrimal.

El puente nasal se forma de la prominencia frontonasal, la cresta y la punta de la nariz de los procesos naso laterales.

La frente se hace más prominente por el crecimiento del cerebro, los ojos se mueven hacia la línea media y se elevan las órbitas hasta el nivel de los ojos.

Glándulas salivales

Las glándulas parótidas se forman a partir del ectodermio de las mejillas.

En cambio, las glándulas submaxilares y sublinguales nacen del endodermio del piso de la boca.

Independientemente de la hoja embrionaria que les da origen, todas las glándulas salivales se desarrollan mediante un plan común.

Los primeros esbozos son cordones epiteliales macizos que invaden el mesodermio y se ramifican como las raíces de una planta.

Después las células axiales de los cordones degeneran y se forma la luz glandular. En cambio, las células periféricas dan lugar al epitelio de los conductos excretores y de los adenómeros y algunas se convierten en células mioepiteliales.



Capítulo 17

DESARROLLO DEL SISTEMA ESQUELÉTICO

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

El sistema esquelético se origina del mesodermo paraaxial (columna vertebral, costillas, esternón y algunos huesos del cráneo), de la hoja somática lateral (cinturas escapular y pélvica, así como la de los miembros) y de mesénquima de las crestas neurales (huesos del viscerocráneo y neurocráneo).

La diferenciación de las células osteogénicas (células formadoras de hueso) estará dada por la expresión de moléculas como la cadherina-N y la N-CAM (de neural cell adhesion molecular) y por la expresión de factores de transcripción como RUNX-2 y SOX-9.

Tipos de Osificación

Existen dos tipos de osificación: la endocondral y la intramembranosa, cuya diferencia radica en que en la primera la formación del hueso va precedida por la formación de un cartilago y en la segunda la constitución del tejido óseo se hace directamente a partir del tejido mesenquimatoso.

La osificación endocondral involucra una serie de etapas sucesivas que iniciará con la condensación del mesénquima, continuará con la formación de un molde cartilaginoso (condrogénesis) constituido por condrocitos, la maduración de estos condrocitos, su hipertrofia y muerte celular programada (apoptosis), la formación de vasos sanguíneos (vasculogénesis) y el reclutamiento de osteoblastos para la mineralización de matriz circundante, para así conformar el centro de osificación primario en la diáfisis.

La osificación intramembranosa también convella una serie de etapas sucesivas que terminarán para formar a la mayoría de los huesos planos. Las células mesenquimatosas se condensarán y se diferenciarán en osteoblastos, los cuales establecerán el centro de osificación primario u osteoide. La formación del osteoide vendrá seguida de su mineralización (calcificación), incluyendo a los osteoblastos, los cuales terminarán por convertirse en osteocitos.

Segmentación del mesodermo y formación de los somitos

Los somitos se originan del mesodermo paraaxial que está formado por el miotomo, el dermatomo y el esclerotomo, este último responsable de la formación del esqueleto axial.

Concluida la gastrulación al final de la tercera semana, el mesodermo intradembrionario queda dividido en varias regiones que de la línea media hacia los bordes laterales se denominan: mesodermo axial o notocorda, a todo lo largo de la línea media, extendiéndose desde el nodo primitivo hasta la placa precordial, mesodermo paraaxial, a ambos lados de la notocorda, mesodermo intermedio y mesodermo lateral. El mesodermo lateral, durante la cuarta semana, se delamina y da lugar a la formación de dos capas o láminas: la capa somática, que con el ectodermo forma la somatopleura y la capa esplácnica, que con el endodermo da lugar a la esplancnopleura.

El mesodermo paraaxial se segmenta a ambos lados de la notocorda formando unos conglomerados de células mesenquimatosas denominados somitómeros.

En los somitos, de forma triangular, se pueden distinguir tres regiones: esclerotomo, miotomo y dermatomo.

Esqueleto Axial

El esqueleto axial está constituido por el cráneo, la columna vertebral, las costillas y el esternón. Se forma a partir de células mesenquimatosas de las crestas neurales y del mesodermo. Algunos de los huesos del esqueleto axial surgen por osificación endocondrial y otros por osificación intramembranosa.

Cráneo

Se divide en neurocráneo, que aloja al encéfalo y en viscerocráneo, que brinda protección y sostén a las estructuras contenidas en la cavidad bucal y bucofaringe, y a una parte de las vías respiratorias altas.

Neurocráneo

Los huesos del neurocráneo tienen ambos tipos de osificación. La mayoría de los huesos de la base del cráneo y algunos de la bóveda craneal, como el esfenoide y el etmoide, se forman exclusivamente por osificación endocondrial, constituyendo el llamado condrocraqueo.

Los huesos del neurocráneo en el recién nacido están separados por áreas de tejido conectivo llamadas suturas y fontanelas.

Al nacimiento, las fontanelas más evidentes son la anterior o bregma, de forma romboidal - que mide 2.5 - 4 cm, la cual se cerrará entre los 7 y 14 meses después del nacimiento.

Viscerocráneo

El viscerocráneo cartilaginosa se origina principalmente del mesénquima derivado de las células de la cresta neural del primero y segundo arco faríngeos.

El viscerocráneo membranosa se origina también del mesénquima derivado de las crestas neurales, el cual se condensa formando la prominencia maxilar y la prominencia mandibular.

El hipotiroidismo congénito o cretinismo es una alteración caracterizada por la disminución o ausencia de hormonas tiroideas, o por una alteración en su transporte a los tejidos diana (hipotiroidismo periférico).

Columna vertebral

La columna vertebral consta de 33 huesos conocidos como vértebras, que se originan del mesénquima de las somitas a lo largo del eje craneocaudal del embrión.

Dos vértebras en uno mismo grupo (p.ej T1 y T7) tienen características peculiares que permiten diferenciarlas ampliamente entre sí y con las del otro grupo.

Cada vértebra se compone de un cuerpo y un arco vertebral, que se originan por la fusión de varios componentes cartilagosos provenientes del esclerotomo de la somita.

Cada cuerpo vertebral está formado por la contribución de dos pares de somitas contiguos (cuatro somitas en total): las células del esclerotomo de la mitad caudal de un par de somitas más las células del esclerotomo de la mitad cefálica del siguiente par de somitas.

Los arcos vertebrales también se originarán del esderotomo, pero a diferencia de las células que formarán el cuerpo vertebral, éstas comenzarán su migración desde una región más dorsal. En la formación de los arcos vertebrales participarán los genes PAX-9 y MSX-2, que son producidos por la región dorsal del tubo neural, que guiarán a las células del esderotomo para que lo rodeen y dorsalmente a él.

Costillas y esternón

Las costillas (12 a cada lado del tórax) se formarán de células mesenquimatosas del esderotomo, que se condensan lateralmente al cuerpo vertebral a nivel de las vértebras torácicas. En el período embrionario son cartilaginosas y en el período fetal se osifican; tienen dos discos de crecimiento, uno en cada extremo, que unen a la diáfisis con la epífisis.

Las costillas pueden fusionarse a nivel del sitio en donde se articulan con la columna vertebral y dar la apariencia de un "origen múltiple"; las costillas fusionadas se asocian frecuentemente con hemivértebras. El esternón, automáticamente, se compone del manubrio, el cuerpo y el proceso xifoideo. Se origina del mesodermo somático de la pared ventral del cuerpo, que forma dos cartílagos separados: las bandas esternales.

Alteraciones del esqueleto axial

• Microcefalia

En un estado patológico en el que el cráneo es de menor tamaño (perímetro cefálico).

• Macrocefalia

Es un trastorno en el cual el perímetro cefálico está incrementado.

• Craneosquisis

Falta de componentes óseos que conforman la bóveda craneal.

• Craneosinostosis

Se caracteriza por un cierre prematuro de las suturas craneales (osificación prematura).

• Síndrome de Klippel-Feil (brevicollis)

Alteración caracterizada por la fusión congénita de dos o más vértebras cervicales.

• Hemivértebra

Se debe a una falla en la aparición de los centros de condricificación en la mitad de la vértebra.

• Espina bifida

Malformaciones congénitas que tienen como característica principal la ausencia de arcos vertebrales en un segmento de la columna vertebral.

• Pectus excavatum

Malformación congénita más frecuente de la pared torácica (75%).

• Hiperpituitarismo congénito

Hiperfunción congénita de la adenohipófisis, con producción excesiva de la hormona de crecimiento; puede originar acromegalia y gigantismo.

• Acondroplasia

Alteración que se transmite con un patrón autosómico dominante.

Esqueleto Apendicular

Está constituido por la cintura escapular, los huesos de los miembros superiores, la cintura pélvica y los huesos de los miembros inferiores.

El esqueleto apendicular comprende los huesos de la cintura escapular, de la cintura pélvica y de los miembros, que se originarán del mesenquima de la hoja somática del mesodermo lateral.

El esqueleto apendicular está integrado por huesos y articulaciones y alrededor de ellos se organizan todos los tejidos blandos que constituyen los miembros. El esqueleto apendicular es el encargado de dar soporte e inserción a los músculos y tendones responsables de dar movimiento a los miembros y está compuesto por diferentes huesos en cada segmento del miembro.

Huesos

La primera manifestación del esqueleto óseo ocurre al final de la cuarta semana, en la que se observa una condensación de células mesenquimatosas en el centro de la parte proximal de la yema del miembro, formando un molde de precartilago.

Los agregados de precartilago comienzan a expresar BMP-2 y BMP-4 y se transforman en cartilago, comenzando a expresar BMP-3 y BMP-6, esta última al parecer bajo la inducción del Indian hedgehog (IHH).

En la sexta semana, los moldes cartilaginosos se condifican para formar moldes de cartilago hialino.

Hacia la octava semana comienza la osificación primaria que aparecen cerca del centro del futuro cuerpo del hueso o diáfisis.

Luego, hacen presencia los centros de osificación secundarios, de los cuales el primero en surgir es el de la rodilla, lo cual ocurre ya en la etapa fetal tardía.

Mientras no se osifiquen y se unan los centros primarios y secundarios, queda entre ellos una banda de cartilago activo, la placa o disco de crecimiento, la cual finalmente es sustituida por hueso cuando éste deje de crecer.

Articulaciones

Son las uniones entre dos o más huesos y se clasifican en fibrosas, cartilaginosas y sinoviales. Las articulaciones se producen por la división transversal de los moldes cartilaginosos separados.

Su primera manifestación es la aparición de acúmulos densos de células mesenquimatosas dispuestas transversalmente en los moldes cartilaginosos, en una región llamada interzona.

La interzona estará estructurada por dos capas exteriores y una zona intermedia.