

Capítulo 17 Desarrollo del sistema esquelético

29-11-21

El sistema esquelético brinda sostén al cuerpo y protección a varios órganos. Aunque todos los huesos estarán presentes al nacimiento, muchos de ellos terminarán por formarse durante la vida posnatal.

Anatómicamente, el sistema esquelético se divide en axial, que comprende el cráneo, la columna vertebral, las costillas y el esternón, y en apendicular, en el que se incluyen las cinturas escapular (pectoral) y pélvica (cadera) y los miembros superiores e inferiores.

El sistema esquelético se originará del mesodermo paraaxial, de la hoja somática lateral y de mesénquima de las crestas neurales.

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

La osificación intramembranosa también conlleva una serie de etapas sucesivas que terminarán por formar a la mayoría de los huesos planos.

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

Concluida la gastrulación al final de la tercera semana, el mesodermo intraembrionario queda dividido en varias regiones que la línea media hacia los bordes laterales se denominan: mesodermo axial y notocorda, a todo lo largo de la línea media, extendiéndose desde el nodo primitivo

hasta la placa media precordial, mesodermo paraaxial, a ambos lados de la notocorda, mesodermo intermedio y mesodermo lateral.

Por su parte el mesodermo paraaxial se segmenta a ambos lados de la notocorda formando unos conglomerados de células mesenquimáticas denominados somitómeros. Durante la cuarta y quinta semanas, los somites son tan prominentes que, a pesar de estar cubiertos por el ectodermo, producen unos abultamientos muy notorios que pueden verse desde fuera del embrión y contarse con facilidad. Dentro de cada somite aparece una pequeña cavidad llamada miotelo, que pronto desaparece.

Los somites originan la mayor parte del esqueleto axial, la musculatura relacionada con este esqueleto y la dermis de la piel adyacente.

Esqueleto axial. Está constituido por el cráneo, la columna vertebral, las costillas y el esternón. Se forma a partir de células mesenquimáticas de las crestas neurales y del mesodermo.

Cráneo. Se divide en neurocráneo, que aloja al encefalo, y en viscerocráneo, que brinda protección y sostén a las estructuras contenidas en la cavidad oral y orofaríngea, y a una parte de las vías respiratorias altas.

Neurocráneo. Los huesos del neurocráneo tienen ambos tipos de osificación. La mayor parte de los huesos de la base del cráneo y algunos de la bóveda craneal, como el esfenoideas y el etmoides, se forman exclusivamente por osificación endocondrial, conformando el llamado condocráneo. Los huesos del neurocráneo en el recién nacido están separados por áreas de tejido conectivo llamadas suturas y fontanelas.

Al nacimiento, los fontanelas más evidentes son la anterior o bregma, de forma romboidal, y la posterior o lambda, de forma triangular.

Viscerocráneo. El viscerocráneo cartilaginoso se origina principalmente del mesenquima derivado de las células de la cresta neural del primero y segundo arcos faríngeos. Del primer arco faríngeo se formarán los cartilagos de dos de los huesecillos del oído: martillo y yunque, mientras que del segundo arco surgirán el estribo, el proceso o estiloideo del temporal y parte del hueso hioides.

Columna vertebral. Consta de 33 huesos conocidos como vértebras. Anatómicamente, las vértebras se denominan de acuerdo a su situación en cervicales, torácicas, lumbares, sacras y coccigeas. Típicamente, cada vértebra se compone de un cuerpo y un arco vertebral, que se originarán por la fusión de varios componentes cartilaginosos o provenientes del esclerotoma del somite.

Costillas y esternón. Las costillas (12 a cada lado del tórax) se formarán de células mesenquimatosas del esclerotoma, que se condensan lateralmente al cuerpo vertebral a nivel de las vértebras torácicas. En el periodo embrionario son cartilaginosas en el periodo fetal se osifican.

El esternón, anatómicamente, se compone del manubrio, el cuerpo y el proceso xifoideo.

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 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.

Huesos. La primera manifestación del esqueleto óseo ocurre al final de la cuarta semana.

En la sexta semana, los moldes cartilaginosos se condriifican para formar moldes de cartilago hialino. Hacia la octava semana comienza la osificación de los huesos largos.

Articulaciones. Son las uniones entre dos o más huesos y se clasifican en fibrosas, cartilaginosas y sinoviales dependiendo del tipo de articulación que surja, las células de la interzona se diferenciarán en tejido fibroso o cartilago hialino y fibrocartilago.

Capítulo 18 Desarrollo del sistema muscular

El desarrollo embrionario del sistema muscular en el humano comprende el estudio de tres diferentes tipos de músculos: esquelético, cardíaco y liso.

El sistema muscular comprende dos tipos histológicos, dependiendo de si las células presentan o no una distribución repetida de proteínas miofibrilares: músculo estriado y liso. El músculo estriado puede ser esquelético.

Músculo estriado esquelético. La mayor parte de la musculatura estriada esquelética se desarrollará a partir del miotomo de los somites, el cual a su vez se originará del mesodermo paraxial. Las fibras musculares esqueléticas son células alargadas multinucleadas con núcleos localizados en la periferia.

Regulación de la miogénesis. La diferenciación de la célula muscular estará dada por un conjunto de factores reguladores miogénicos. En el dermomiotomo, las células del extremo dorsolateral expresan el gen Myo-D.

Existe un activador transcripcional llamado E-12 que, cuando se une a Myo-D, forma un dímero que aumenta la eficiencia del gen.

Cuando los 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 formado.

Morfogénesis muscular La morfología final que tendrán los músculos dependerá principalmente del tejido conectivo adyacente, aunque también serán importantes las interacciones con los tejidos que formarán los tendones, los huesos y los nervios.

Los músculos hipoméricos a nivel cervical formarán los músculos escalenos, geniohioideos y prevertebrales, en el tórax y abdomen los intercostales externos, internos y profundos, en el abdomen los músculos oblicuos mayor.

El tejido conectivo de la región es el que regula la morfogénesis del músculo.

Músculo estriado cardíaco. El músculo estriado cardíaco se originará de la hoja esplácnica del mesoderma lateral y desde el principio tiene la capacidad de contraerse de forma espontánea. Las células musculares cardíacas únicamente se encuentran en el corazón y derivan del mesoderma esplácnico.

Desde los primeros mioblastos cardíacos se pueden observar una gran cantidad de miofibrillas en su citoplasma.

Las células, siendo ya células musculares cardíacas, incrementarán su tamaño, el número de miofibrillas disminuirá y en su lugar aumentará la cantidad de glucógeno en su citoplasma.

29 - 11 - 21

Músculo liso. Casi todo el músculo liso se origina del mesodermo esplácnico, aunque en algunas regiones puede originarse 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 pilomotorios se diferenciarán a partir del mesodermo local.