

El cartílago de crecimiento: biología y biomecánica del desarrollo

F. Shapiro^a y F. Forriol^b

^aOrthopaedic Research Laboratory. Department of Orthopaedic Surgery. Children's Hospital Boston. Harvard Medical School. Boston. MA. EE.UU.

^bLaboratorio de Ortopedia Experimental. Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Universidad de Navarra. Pamplona.

Introducción. El crecimiento óseo precisa de una intensa actividad anabólica que se centra, sobre todo, en la síntesis proteica. Cualquier alteración que afecte a la multiplicación celular y su diferenciación, la síntesis del colágeno o la formación de proteoglicanos puede producir un cambio patológico.

Revisión de la bibliografía. Los autores han llevado a cabo una profunda revisión bibliográfica referente al cartílago de crecimiento.

Conclusiones. Las hormonas actúan según diferentes patrones sobre el desarrollo esquelético, cambiando el grosor de las fisas y el índice y magnitud de su crecimiento. Hay factores locales en y alrededor de las epífisis unidos a los factores sistémicos (hormona de crecimiento, hormona tiroidea, estrógenos y andrógenos, glucocorticoides y vitamina D) que influyen sobre la función fisaria, sin olvidar que la modificación de los factores mecánicos puede producir importantes alteraciones en la magnitud del crecimiento y en su orientación.

Palabras clave: cartílago crecimiento, hormonas, factores de crecimiento, biomecánica.

Growth cartilage: developmental biology and biomechanics

Introduction. Bone growth requires intense anabolic activity centering mainly on protein synthesis. Any disturbance affecting cell multiplication and differentiation, collagen synthesis, or proteoglycan formation can produce a pathologic disorder.

Literature review. The literature on the growth cartilage has been reviewed in depth.

Conclusions. Hormones act in different ways on skeletal development, changing the thickness of the growth cartilage and the index and magnitude of growth. Local factors act in and around the growth cartilage, together with systemic factors (growth hormone, thyroid hormone, estrogens and androgens, glucocorticoids and vitamin D) that influence growth cartilage function. In addition, modifications in mechanical factors can produce important disturbances in the magnitude and direction of growth.

Key words: growth cartilage, hormones, growth factors, biomechanics.

Los seres vivos crecen desde el momento de la fecundación hasta que alcanzan la madurez, existiendo en el mundo animal una gran variedad de tamaños. Cada ser tiene el tamaño que precisa para conseguir el máximo rendimiento con el mínimo gasto energético. La función impone sus condiciones al tamaño; las aves muy corpulentas pierden la facultad de vuelo, mientras que los grandes mamíferos ma-

rinós alcanzan esas dimensiones por vivir en un medio acuático que los soporta. Sin olvidarnos del dimorfismo sexual, importante en el mundo animal, en la mayoría de los vertebrados el crecimiento de los machos es mayor que el de las hembras¹.

Durante el crecimiento, el tamaño de las diferentes porciones corporales varían en su relación; los brazos de un bebé son más cortos, en relación con el resto del cuerpo, que los brazos de un adulto, pues la velocidad de crecimiento es diferente en cada hueso en un mismo individuo. Así, las epífisis más cercanas a la articulación de la rodilla contribuyen más al crecimiento longitudinal del miembro inferior, mientras que las más alejadas del codo influyen, en mayor medida, en el crecimiento de la extremidad superior². Además, cada individuo lleva su propio ritmo de crecimiento, por lo que no siempre coinciden la edad cronológica con la edad biológica.

Correspondencia

F. Forriol.
Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología.
Clínica Universitaria.
Avda. Pío XII, 32.
31008 Pamplona. Navarra.
Correo electrónico: fforriol@unav.es

Recibido: septiembre de 2004.

Aceptado: septiembre de 2004.

El propósito de este artículo ha sido revisar la bibliografía referente al cartílago de crecimiento.

EL CRECIMIENTO

La fisis o cartílago de crecimiento es una extensión periférica del centro de osificación primario, que produce el crecimiento longitudinal de los huesos largos³ (fig. 1). En la fisis tiene lugar un proceso secuencial de proliferación celular, síntesis de matriz extracelular, hipertrofia celular, mineralización de la matriz, invasión vascular y, eventualmente, apoptosis donde el cartílago es reemplazado continuamente por hueso, aumentando así la longitud del mismo⁴. Simultáneamente, hay un crecimiento radial por la aposición directa de hueso por los osteoblastos en la superficie perióstica y reabsorción de osteoclastos en la superficie endóstica⁵.

Cuando el esqueleto se acerca a su madurez disminuyen el crecimiento longitudinal y la proliferación de los condrocitos. Durante la adolescencia se produce una epifisiodesis fisiológica que cierra el cartílago de crecimiento. Se forman pequeños puentes óseos entre el centro de osificación epifisario y la metáfisis, y al disminuir las células y progresar la invasión vascular metafisaria la fisis desaparece. Al terminar de crecer un hueso no es necesaria la desaparición del cartílago de crecimiento, bastaría con que éste estuviese inactivo, como ocurre en los peces, pero sería un punto de menor resistencia mecánica. Para evitar las sollicitaciones a cizallamiento, muchos de los cartílagos de crecimiento presentan ondulaciones que en ciertos puntos puede presentar una inclinación de unos 60° en relación con el eje diafisario⁶.

Cada epífisis tiene su propio patrón de cierre que comienza antes en las chicas que en los chicos, tal vez por efecto de los estrógenos, en ambos sexos, que aceleran la sustitución de cartílago por tejido óseo. Los estrógenos pro-

mueven el envejecimiento programado de los condrocitos del cartílago de crecimiento más que acelerar la invasión vascular o la osificación⁴. Sin embargo, hay preguntas que no se han podido contestar si el cierre del cartílago es por efecto hormonal, ¿por qué cierran los cartílagos a diferentes edades con variaciones de un individuo a otro? y ¿por qué el agente que determina la osificación del cartílago de crecimiento no lo hace sobre el cartílago articular?^{7,8}.

ESTRUCTURA DEL CARTÍLAGO DE CRECIMIENTO

El cartílago de crecimiento de un hueso largo se ha dividido en tres porciones^{3,9-11}: la fisis cartilaginosa, la metáfisis y la zona de Ranvier (figs. 2 y 3). La unidad funcional fisaria es una columna de condrocitos que atraviesa por diferentes situaciones, desde la proliferación, pasando por la hipertrofia hasta llegar a la apoptosis, la muerte programada de la célula, con los consiguientes cambios en el metabolismo celular¹²⁻¹⁵ y regulado por diferentes hormonas y factores de crecimiento¹⁶⁻¹⁸.

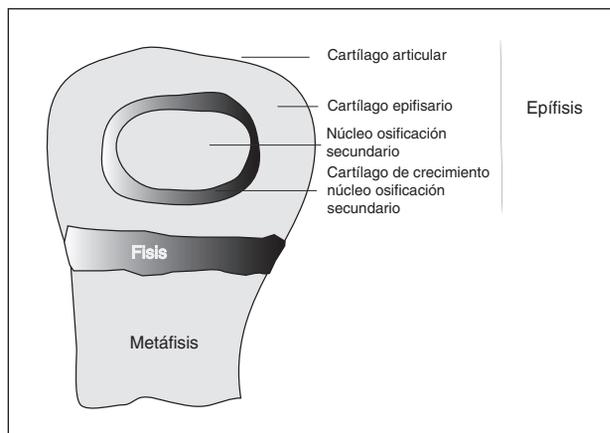


Figura 1. Esquema de la extremidad de un hueso largo en crecimiento.

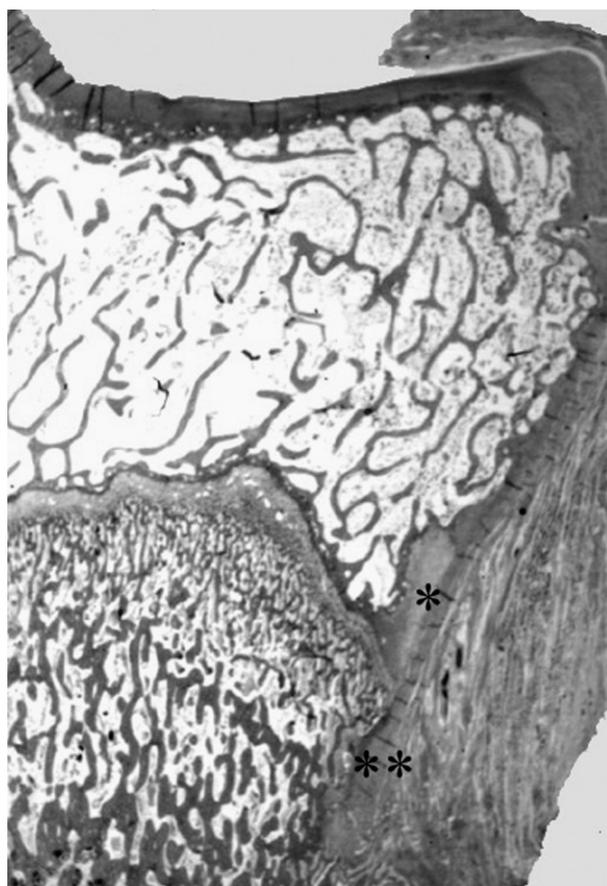


Figura 2. Nódulo de Ranvier (*) en la extremidad proximal de la tibia del cordero. Confluencia del cartílago de crecimiento y articular con la inserción perióstica (**). (Tricrómico de Masson, $\times 0,5$.)

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/9358033>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/9358033>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)