

Minerales traza

Resistencia y estructura ósea



El sistema óseo cumple muchas funciones, incluido el sostén del cuerpo, el movimiento, la producción de células sanguíneas y el almacenamiento de minerales. Existe una relación directa entre la resistencia ósea y el riesgo de lesiones y mortalidad. La resistencia ósea se mide como la capacidad de soportar tensión (fuerza externa), presión (deformación estructural) y fracturas.

Estructura ósea

El tamaño y la forma de los huesos se establecen a una edad temprana y su estructura se modifica a lo largo de la vida en respuesta a una carga mecánica. El tamaño del hueso cortical, concretamente su grosor y diámetro, afecta a la resistencia del hueso a la tensión y al esfuerzo. La forma del hueso le permite distribuir la masa lejos de las zonas de mayor tensión. Incluso la microestructura de las fibras de colágeno del hueso tiene una alineación específica para adaptarse la carga rutinaria.

Composición ósea

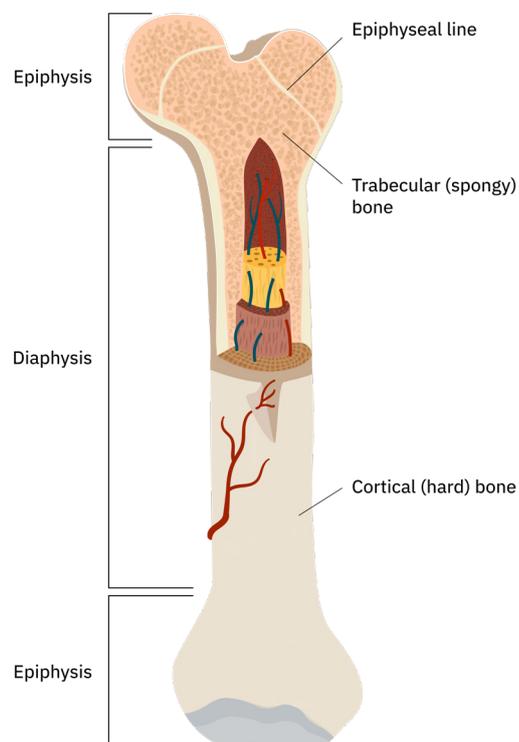
Cortical vs. trabecular

En los vertebrados, el esqueleto está formado por un 80% de hueso cortical y un 20% de hueso trabecular.

- **El hueso cortical** es duro, denso y tiene pocos espacios entre sus componentes compactos. Constituye la capa externa de todos los huesos y es el componente principal de la diáfisis de los huesos largos. El hueso cortical proporciona protección y soporte y es más resistente a la tensión por fuerzas externas.
- **El hueso trabecular** es poroso, menos denso y tiene espacios para la médula ósea. Se encuentra en las epífisis (extremos) de los huesos largos y otros huesos planos del esqueleto. El hueso trabecular proporciona elasticidad y es más resistente a la deformación que el hueso cortical.

Inorgánico vs. orgánico

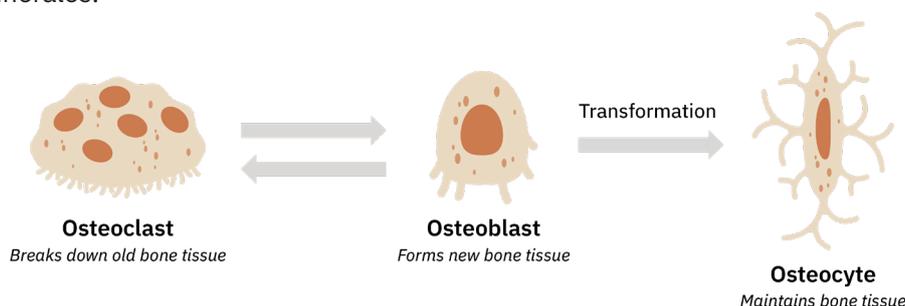
El hueso cortical y trabecular se componen de un 60% de matriz inorgánica, un 30% de matriz orgánica y un 10% de agua, y cada tipo de matriz aporta características específicas al hueso. La resistencia ósea depende de la mineralización del hueso, de la madurez del colágeno y de la estrecha disposición de los cristales de hidroxapatita y las fibras de colágeno de las matrices inorgánica y orgánica.



	Matriz inorgánica	Matriz orgánica
Composición	Calcio y fósforo en forma de cristales de hidroxapatita	90% de colágeno tipo 1 10% de proteínas no colágenas
Contribución	Rigidez para soportar la tensión	Elasticidad para soportar la deformación

Crecimiento y remodelación óseas

Los **osteoblastos** son células óseas que ayudan a construir hueso nuevo segregando matriz orgánica. Los osteoblastos maduran en **osteocitos** cuando terminan de secretar matriz orgánica. La matriz orgánica que rodea a los osteocitos se endurece y mineraliza a medida que se depositan el calcio y otras sales minerales.



Los **osteoclastos** son células óseas que destruyen y reabsorben el hueso mediante la secreción de enzimas que disuelven la matriz ósea, liberando minerales y proteínas a la circulación. Cuando los huesos se están desarrollando, la cantidad de hueso que forman los osteoblastos es mucho mayor que la cantidad de hueso que reabsorben los osteoclastos. Los osteoblastos y los osteoclastos trabajan juntos para formar el tamaño y la forma de un hueso. Una vez que los huesos han madurado, son mantenidos por osteoblastos y osteoclastos mediante una remodelación constante en la que se equilibra el nuevo crecimiento y la reabsorción.

Minerales traza y el hueso

Minerales, vitaminas y otros nutrientes trabajan conjuntamente para favorecer la formación, el crecimiento y la remodelación de los huesos. Su disponibilidad afecta a la resistencia y estructura óseas. Aunque algunos minerales sólo se necesitan en cantidades mínimas, su carencia provoca anomalías y debilidad. Los huesos también albergan reservas de minerales que pueden mobilizarse cuando hay una mayor demanda, como durante la reproducción o en respuesta al estrés.



El **cobre** es esencial como cofactor enzimático responsable de la reticulación del colágeno óseo y del mantenimiento de la resistencia a la tracción de los huesos.



El **hierro** es un cofactor de la transformación de la vitamina D en el riñón que contribuye a la homeostasis del calcio, la absorción y la mineralización ósea. En la síntesis del colágeno óseo también intervienen enzimas que necesitan Fe como cofactor.



El **manganeso** actúa como cofactor de varias enzimas del tejido óseo y de la formación de la matriz ósea. El Mn también influye en la actividad de osteoblastos y osteoclastos, así como en la formación de colágeno y cartílago.



El **zinc** desempeña un papel importante en el crecimiento óseo y el mantenimiento de la actividad de osteoblastos y osteoclastos, la síntesis de colágeno y la actividad de las enzimas óseas. También regula la mineralización ósea.



El **selenio** es un antioxidante esencial para ayudar a controlar las especies reactivas del oxígeno producidas durante la proliferación y diferenciación de las células óseas. Su deficiencia puede provocar cambios en la microarquitectura ósea, un aumento de la resorción ósea y una reducción de la masa ósea.