



Il tessuto osseo – Struttura e funzioni delle ossa

a cura di Antonio Incandela

Il tessuto osseo

Il tessuto osseo è un tessuto connettivo specializzato costituito da:

- cellule non contigue disposte in lacune da cui si dipartono canalicoli più o meno ramificati e anastomizzati che le contengono con i loro prolungamenti
- sostanza fondamentale o matrice ossea mineralizzata

Caratteristiche:

- colore bianco-giallastro
- notevole durezza inferiore solo a quella che caratterizza lo smalto dei denti
- elevata resistenza alla pressione, alla trazione e alla flessione
- struttura plastica grazie al suo continuo rimodellamento
- tessuto innervato e riccamente vascolarizzato



La matrice ossea risulta costituita da:

una **componente inorganica** che conferisce durezza all'osso, (65% del peso secco dell'osso)
in cui sono presenti:

- ❖ fosfato di calcio (86%) in forma di cristalli di idrossiapatite
- ❖ carbonato di calcio (12%)
- ❖ fosfato di magnesio (1,5%)
- ❖ fluoruro di calcio (0,5%)
- ❖ tracce di ossido di ferro

una **componente fibrillare**, che conferisce resistenza all'osso, con fibre collagene di tipo I che costituiscono l'**osseina**

una **componente amorfa** con proteoglicani, glicoproteine, lipidi ed enzimi.
Essa consente l'adesione delle cellule alla matrice

A seconda che la matrice ossea sia disposta o meno a costituire lamelle si distinguono:

- **tessuto osseo non lamellare a fibre intrecciate** che costituisce l'osso prenatale. Nell'adulto si trova nelle suture e in prossimità delle superfici articolari
- **tessuto osseo non lamellare a fibre parallele**, presente nelle zone d'inserzione dei tendini
- **tessuto osseo lamellare** che costituisce l'osso postnatale

Sulla base della disposizione delle **lamelle ossee** si possono riconoscere due tipi principali di tessuto osseo: **tessuto osseo compatto** e **tessuto osseo spugnoso**

Tessuto osseo compatto: 80% dello scheletro

Tessuto osseo spugnoso: 20% dello scheletro

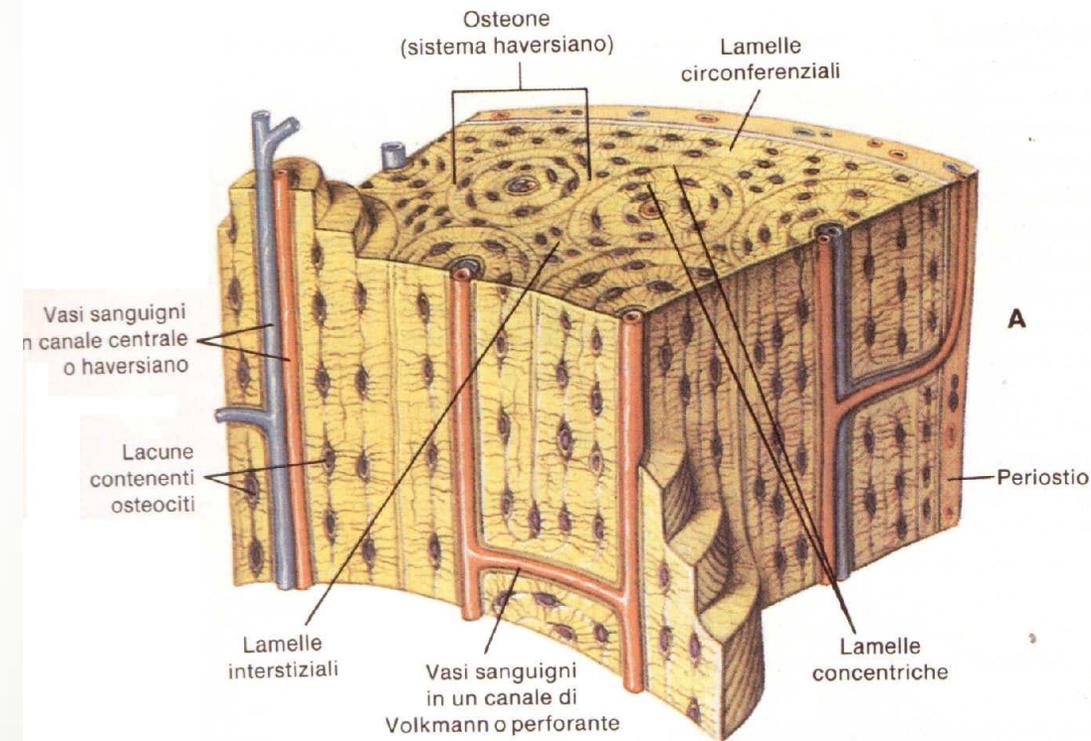
Tessuto osseo compatto

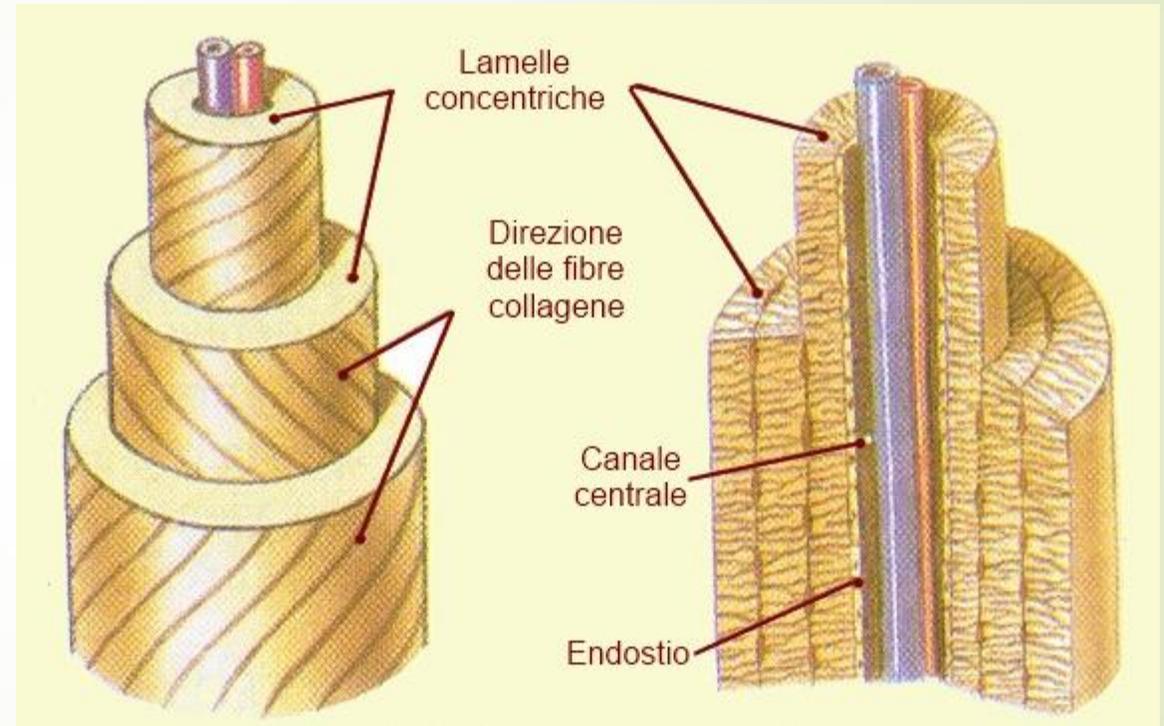
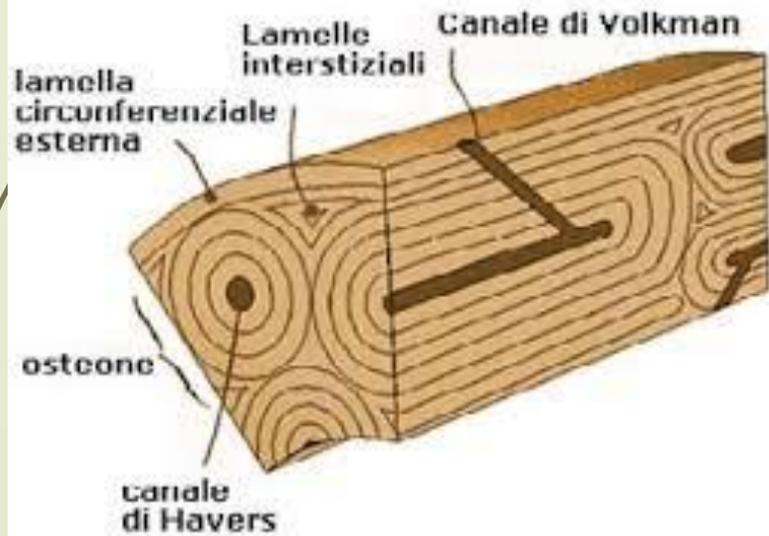
Costituisce la superficie di tutte le ossa e gran parte delle diàfisi delle ossa lunghe

- l'**osteone** è la sua unità funzionale costituito da:
 1. **canale centrale di Havers** contenente vasi e fibre nervose amieliniche
 2. **canale perforante di Volkmann** a decorso trasversale o obliquo, collegato al periostio
 3. **lamelle concentriche al canale di Havers**, in numero di 8-15

Tra gli osteoni si trovano delle **lamelle interstiziali**; **lamelle circolari** sono presenti, invece, sui margini interni ed esterni del segmento osseo.

Canalicoli si dipartono dalle **lacune** a formare una fitta rete. Pieni di liquido extracellulare, essi permettono ai nutrienti e all'ossigeno di raggiungere le cellule e ai rifiuti di essere rimossi

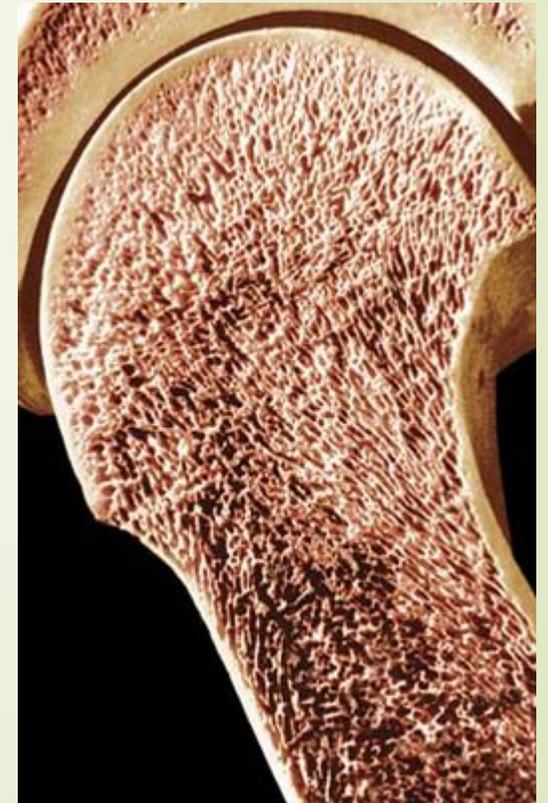
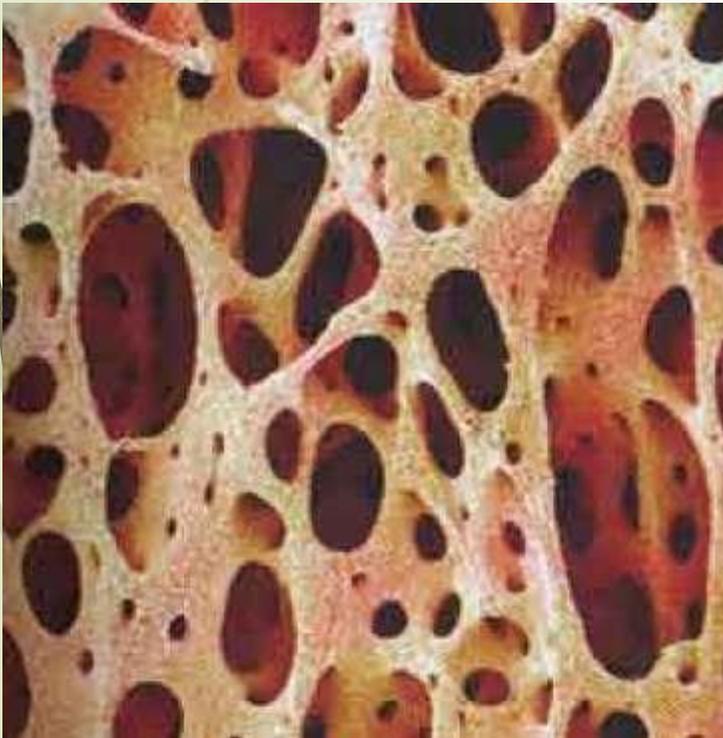




Tessuto osseo spugnoso

Costituisce la maggior parte del tessuto delle ossa brevi, delle ossa irregolari, gran parte delle epifisi e lo strato interno delle ossa piatte (**diploe**)

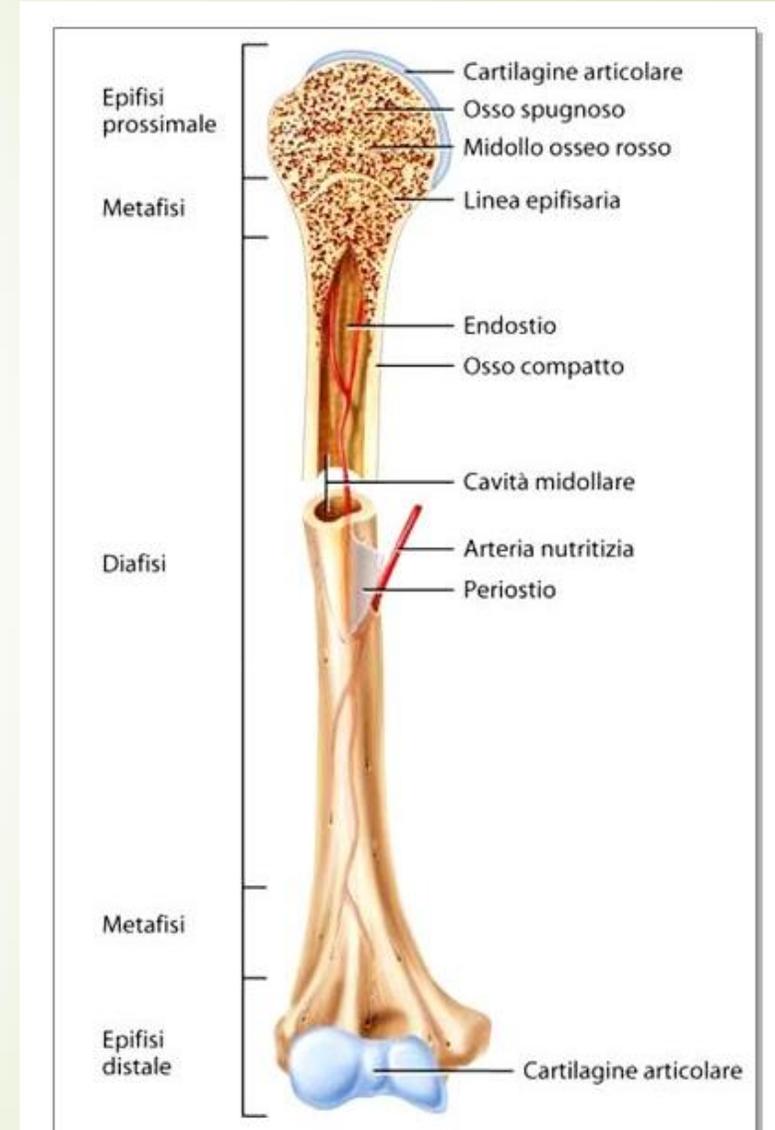
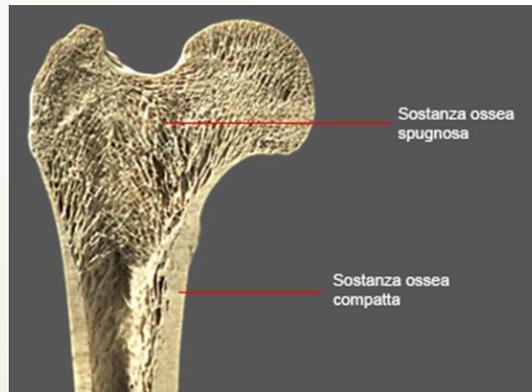
Strati di lamelle associati in **trabecole** che delimitano le cavità midollari occupate da midollo osseo, vasi e nervi



arricchiamo le nostre conoscenze la struttura macroscopica di un osso lungo

In un tipico osso lungo distinguiamo più porzioni :

- **epifisi prossimale e distale** alle estremità
- **metafisi** intermedia tra epifisi e diafisi. In essa avviene il processo di crescita dell'osso a livello del **disco epifisario** che lascerà il posto alla **linea epifisaria**
- **diàfisi** centrale, cilindrica e cava
- **periostio** guaina esterna di connettivo fibroso a fasci intrecciati denso e irregolare che protegge l'osso e nella quale passano nervi e vasi. Contiene le cellule che aumentano lo spessore dell'osso
- **cavità midollare**
- **endostio** sottile membrana interna di connettivo fibroso meno spesso che contiene lo strato di cellule che nutrono, formano o distruggono l'osso
- **cartilagine articolare**



La componente cellulare dell'osso

Il tessuto osseo presenta 4 diversi tipi cellulari:

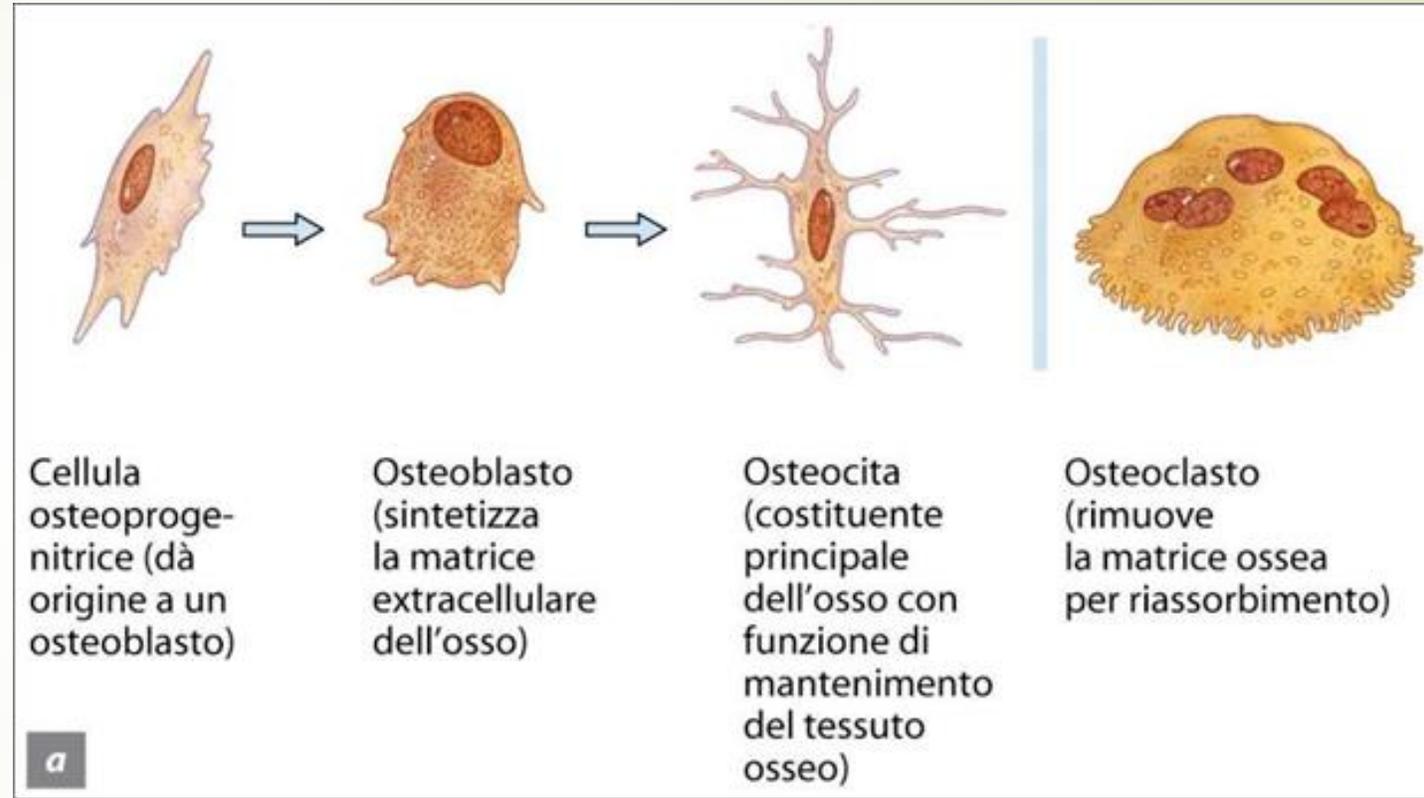
- Cellule osteoprogenitrici
- Osteoblasti
- Osteociti
- Osteoclasti

Le **cellule osteoprogenitrici** sono cellule staminali che si differenziano in osteoblasti

Gli **osteoblasti** sono cellule voluminose, di forma cubica ad intensa attività osteogenica con RER e apparato di Golgi molto sviluppati, producono la matrice ossea e regolano la deposizione di quella inorganica

Gli **osteociti**, principali componenti del tessuto osseo, sono osteoblasti che hanno ridotto la loro attività osteogenica, assumendo una funzione di controllo sull'attività degli osteoblasti e degli osteoclasti

Gli **osteoclasti**, di notevoli dimensioni, grazie ad enzimi lisosomiali demineralizzano e distruggono la matrice ossea durante la crescita o in caso di frattura



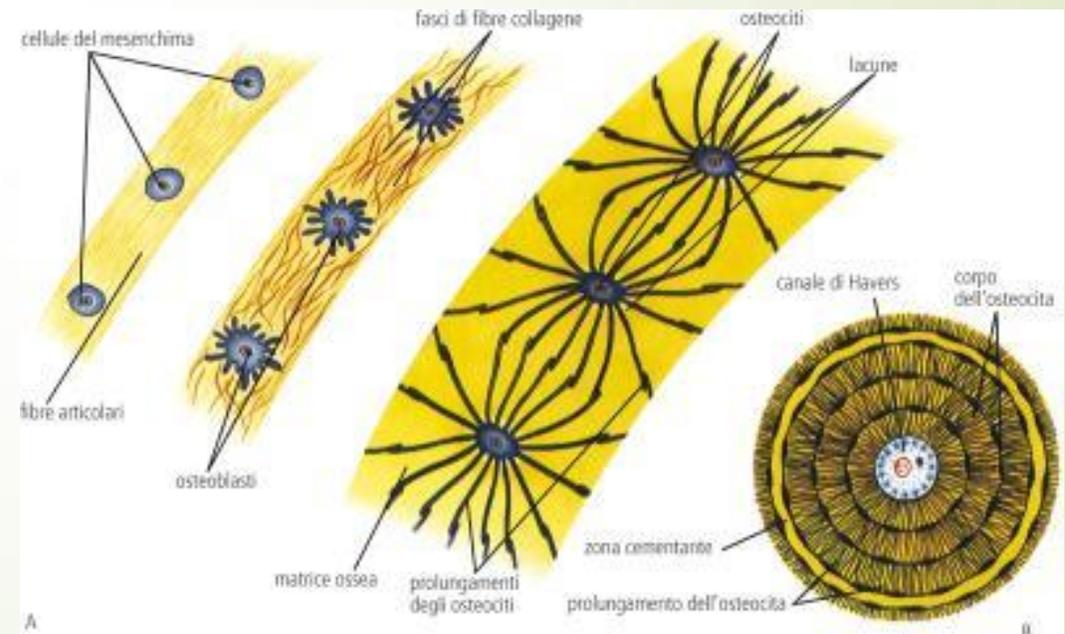
Cellule osteoprogenitrici, osteoblasti e osteociti rappresentano stadi diversi di una stessa linea cellulare.

L'ossificazione e le sue fasi

L' **ossificazione** è il processo con il quale si forma l'osso differenziandosi dal mesenchima, il tessuto connettivo embrionale.

Il processo si articola in quattro fasi:

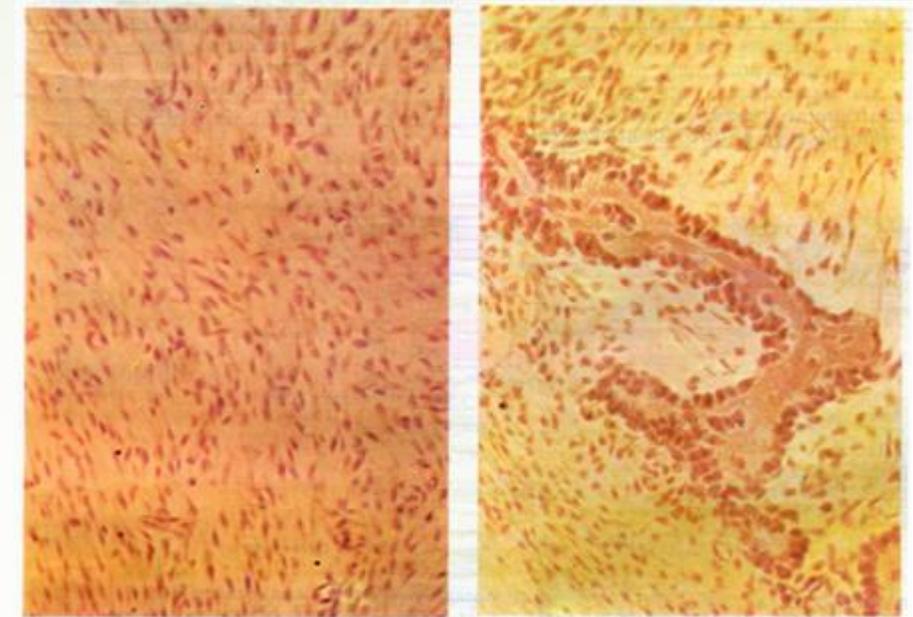
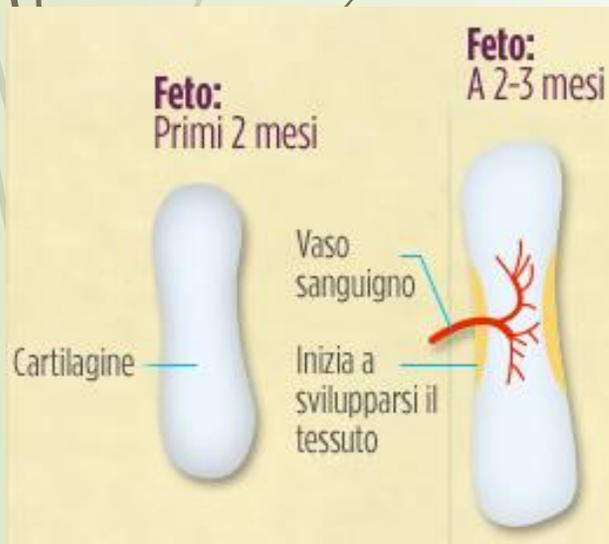
1. formazione iniziale nell'embrione e nel feto
2. crescita
3. ricostruzione e rimodellamento
4. riparazioni e fratture



formazione iniziale nell'embrione e nel feto

Essa procede secondo due linee:

- **Ossificazione diretta** o intramembranosa tipica delle ossa piatte che derivano da mesenchima ancora parzialmente presente alla nascita e concludono la trasformazione in tessuto osseo alla fine del secondo anno di età



A sinistra, mesenchima; a destra, abbozzo di osso mesenchimale. La trabecola ossea neoformata è ben riconoscibile come una massa fortemente acidofila in seno al mesenchima ed è circondata da osteoblasti con disposizione epiteloide. Ematosilina-rosina. Ingr. 190 x.

- **Ossificazione indiretta** o per sostituzione di un modello cartilagineo tipica delle ossa brevi e lunghe e consiste nella formazione di osso per sostituzione di un preesistente modello di cartilagine o nel corso dell'accrescimento.

Essa è di tipo:

1. **Pericondrale** se avviene sulla superficie della cartilagine
2. **Endocondrale** se avviene all'interno, a partire da centri di ossificazione

La crescita dell'osso si verifica in **lunghezza** ed in **spessore**

La **crescita in lunghezza** avviene a livello dei **dischi epifisari** di cartilagine ialina posti trasversalmente tra la diafisi e le epifisi delle ossa lunghe

Sul lato epifisario del disco si formano nuovi condrociti, mentre sul lato diafisario i vecchi condrociti vengono sostituiti da t. osseo: lo spessore del disco resta costante, ma l'osso sul lato diafisario cresce in lunghezza. La crescita dura finché persiste la cartilagine di accrescimento, perché mentre i condrociti sono capaci di moltiplicarsi, gli osteociti perdono tale capacità

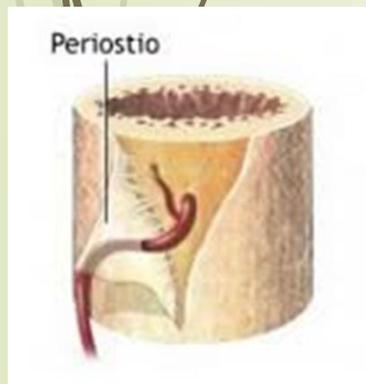
Nell'uomo l'ossificazione si completa intorno ai 18-25 anni di età. La diafisi allora si salda alle epifisi e l'osso raggiunge le sue dimensioni definitive

Ciò che resta della cartilagine del disco epifisario ossificato è una sottile linea detta **linea epifisaria**

La **crescita in spessore** avviene ad opera della parte profonda del **periostio**, la membrana connettivale osteogena che riveste l'osso, grazie all'attività dei suoi osteoblasti.

Gli osteoblasti secernono matrice extracellulare ossea, poi si differenziano in osteociti, aggiungendo nuove lamelle alla superficie dell'osso e formando nuovi osteoni.

L'attività del periostio si riduce con l'età. Nel bambino è intensa e ciò spiega il rapido accrescimento in diametro delle sue ossa, nell'anziano l'attività è molto ridotta





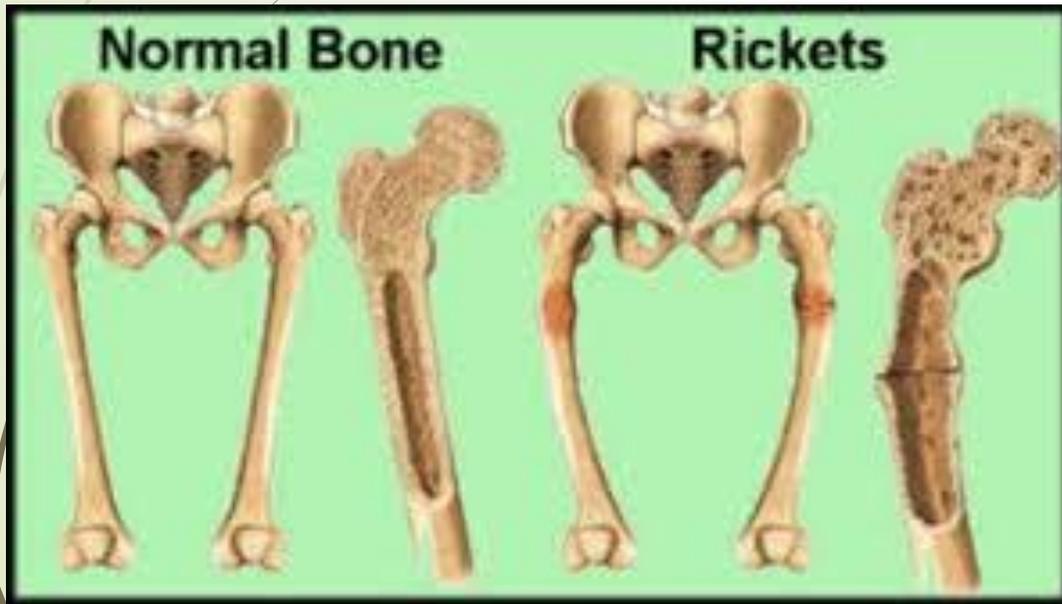
Fattori che regolano l'accrescimento osseo

L'accrescimento osseo, come pure il rimodellamento e la riparazione delle fratture, dipende da svariati fattori:

- 1- apporto attraverso la dieta di sali minerali di Ca, P, Mg
- 2- apporto di vitamine A, C e D
- 3- stimolazione da parte di numerosi ormoni come il paratormone, la calcitonina, la tiroxina, il somatotropo, gli estrogeni, il testosterone
- 4- esercizi fisici di carico



Un'anomalia nell'ossificazione in corso di crescita per carenza di vitamina D e scarsa esposizione al sole determina il **rachitismo**



Accrescimento osseo e ormoni

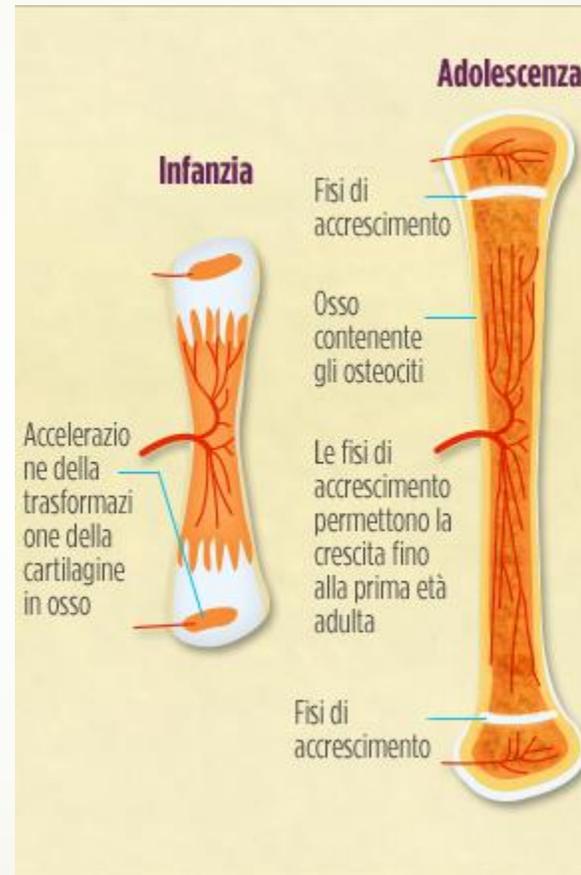
Prima della pubertà gli ormoni che stimolano la crescita ossea sono:

Ormone ipofisario GH (ormone della crescita)

Fattori di crescita insulino simili (IGF) prodotti dall'osso stesso e dal fegato in risposta al GH

Ormoni tiroidei

Insulina



In pubertà vengono prodotti in maggior quantità gli ormoni che agiscono sulle cartilagini in accrescimento (**fisi**) causando l'impennata di crescita dell'adolescenza:

estrogeni (ormoni sessuali prodotti dalle ovaie)

androgeni (ormoni sessuali prodotti nei maschi dai testicoli e in entrambi i sessi dalle ghiandole surrenali)

La ricostruzione e il contemporaneo rimodellamento dell'osso avvengono continuamente anche nell'adulto fino alla vecchiaia.

- Il tessuto osseo viene ristrutturato grazie all'azione combinata degli **osteoclasti** che operano una demolizione e un riassorbimento continui, e degli **osteoblasti** che provvedono alla sua ricostruzione.

In pratica nelle ossa si scavano ininterrottamente piccole cavità, che vengono subito riempite da nuovo tessuto osseo.

Si tratta di trasformazioni che avvengono a livello microscopico.

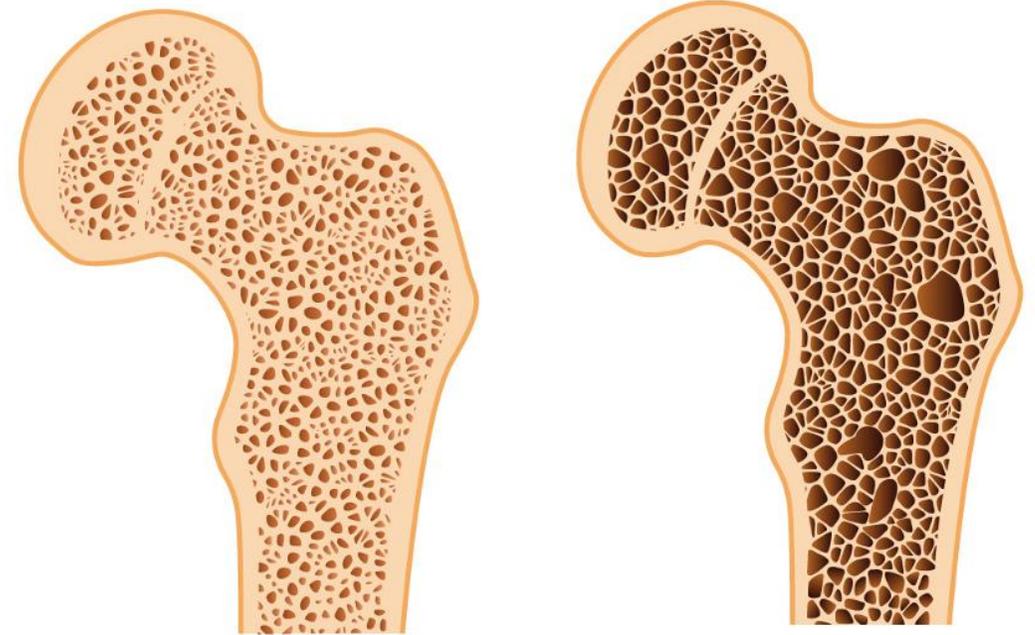
Una curiosità

Ogni anno viene rinnovato il 10% del nostro patrimonio osseo
Nel giro, quindi, di appena 10 anni, l'intero patrimonio osseo viene interamente rinnovato
L'intensità del processo è legata, soprattutto, ai livelli ematici di calcio

È una condizione che si manifesta nel momento in cui si accentuano i processi demolitivi dell'osso, non controbilanciati da una parallela deposizione di nuovo tessuto osseo.

Lo scheletro è soggetto a perdita di massa ossea e resistenza causata da fattori nutrizionali, metabolici o patologici. Lo scheletro è quindi soggetto a un maggiore rischio di fratture patologiche, in seguito alla diminuzione di densità ossea e alle modificazioni della microarchitettura delle ossa.

osteoporosi



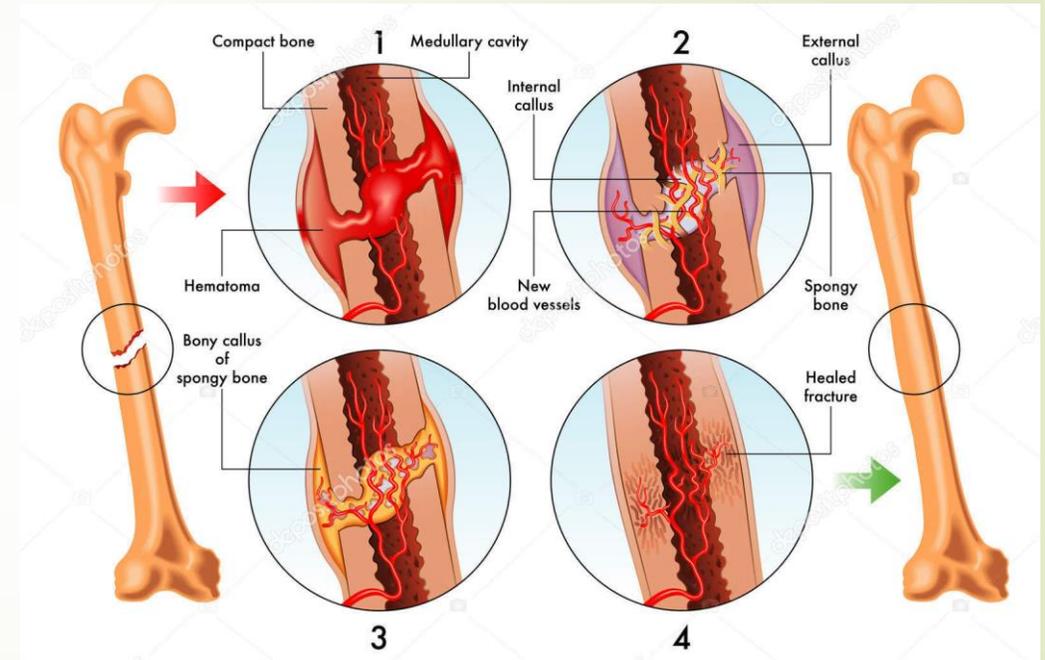
Osso Normale

Osteoporosi

Nelle riparazioni e nelle fratture ossee, il periostio produce il **callo osseo** che congiunge i frammenti



Riparazioni e fratture



- 1- ematoma
- 2- callo fibro-cartilagineo
- 3- callo osseo
- 4- rimodellamento dell'osso

Tutte le ossa del nostro corpo si classificano in base alla loro forma in cinque categorie principali:

1. **Lunghe:** hanno una parte terminale tondeggiante e una parte centrale lunga
2. **Piatte:** sono incurvate, sottili e robuste, forniscono sostegno e protezione agli organi interni
3. **Irregolari:** hanno forme complesse e non rientrano nelle precedenti categorie
4. **Corte:** sono di forma tozza
5. **Sesamoidi:** di aspetto tondeggiante



La superficie esterna ossea non è uniforme e può presentare:

- **Processi** o **apofisi**: prominenze particolarmente voluminose e marcate
- **Condili**: processi di forma tonda/ovale
- **Tubercoli**: processi tondeggianti piccoli
- **Tuberosità**: processi tondeggianti cospicui
- **Trocanteri**: processi cospicui, di forma varia
- **Creste**: rilievi ossei sottili
- **Spine**: processi sottili e appuntiti
- **Teste**: porzioni ossee tondeggianti, che poggiano su una parte più stretta, detta **collo**
- **Solchi**: impronte dovute al passaggio di grossi vasi sanguigni
- **Fori** e **canali**: per consentire il passaggio di vasi e fibre nervose

Superficie ossea

