



Università degli Studi di Milano
Facoltà di Scienze Motorie



Organizzazione generale del tessuto osseo; il tessuto osseo come ecosistema vivente

Giuseppe M. Peretti
giuseppe.peretti@unimi.it

Il tessuto osseo

Connettivo presente in tutti i vertebrati

Costituente prevalente dello scheletro, a sviluppo ultimato

Forma il cemento del dente

Dentina o avorio:
forma filogeneticamente più antica e meno differenziata

Tessuto più duro dell'organismo (dopo smalto dei denti)



Il tessuto osseo - funzioni

Funzione meccanica di sostegno

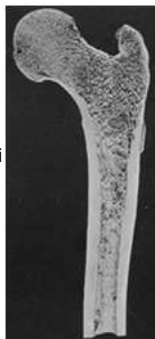
Funzione di protezione degli organi interni

Funzione di movimento delle articolazioni

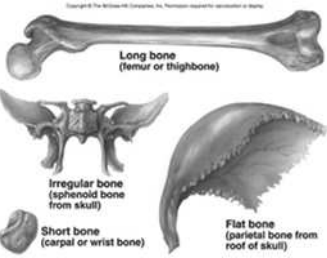
Sistema di accumulo di Ca^{++} and PO_4^{3-}
(omeostasi minerale)

Omeostasi scheletrica

Funzioni emopoietiche



Distinzione per forma



Long bone
(femur or thighbone)

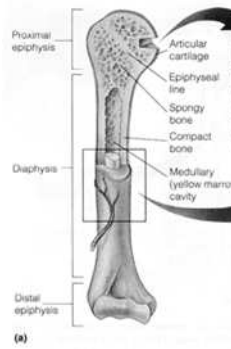
Irregular bone
(sphenoid bone from skull)

Short bone
(carpal or wrist bone)

Flat bone
(parietal bone from roof of skull)

- Lunghe
 - Arti superiori ed inferiori
- Brevi o Corte
 - Ossa carpali o tarsali
- Piatte
 - Coste, sterno, volta cranica, scapola
- Irregolari (corte)
 - Vertebre, ossa del cranio o facciali

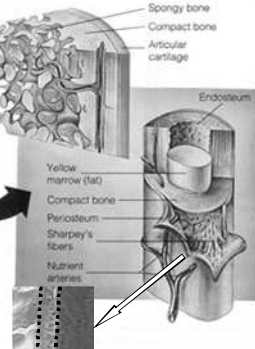
Ossa lunghe



Proximal epiphysis

Diaphysis

Distal epiphysis



Spongy bone

Compact bone

Articular cartilage

Endosteum

Yellow marrow (fat)

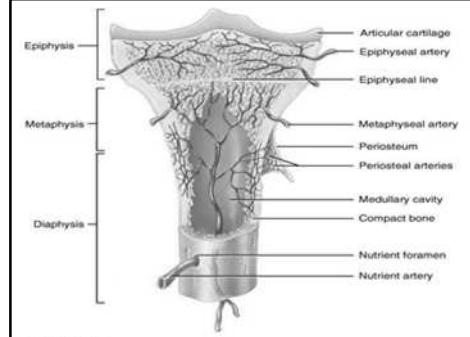
Compact bone

Periosteum

Sharpey's fibers

Nutrient arteries

Vascularizzazione



Epiphysis

Metaphysis

Diaphysis

Articular cartilage

Epiphyseal artery

Epiphyseal line

Metaphyseal artery

Periosteum

Periosteal arteries

Medullary cavity

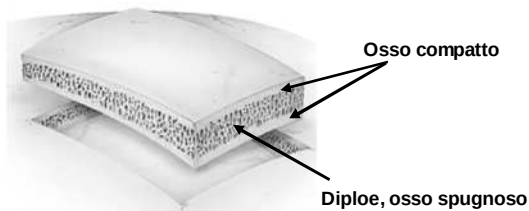
Compact bone

Nutrient foramen

Nutrient artery

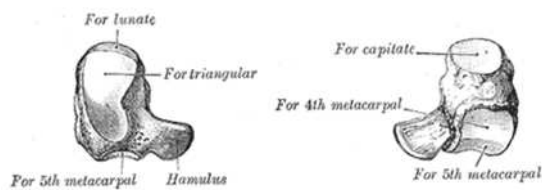
Ossa Piatte

Formate da uno strato spugnoso che, nelle ossa della volta cranica, è denominato diploe, compreso tra due tavolati compatti



Ossa Corte

Presentano una massa spugnosa avvolta da una corteccia compatta



Il tessuto osseo

E' vivo!!

Componente organica:

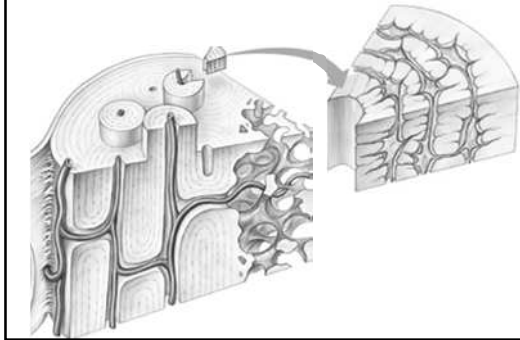
- Osteociti, osteoblasti, osteoclasti e cellule osteoprogenitrici
- Collagene
- Altre proteine organiche

Componente inorganica:

- Calcio e fosfato danno rigidità all'osso
- Il tessuto osseo rappresenta la riserva di molti minerali e ioni

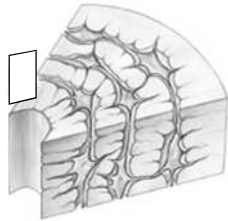


Il tessuto osseo



Il tessuto osseo

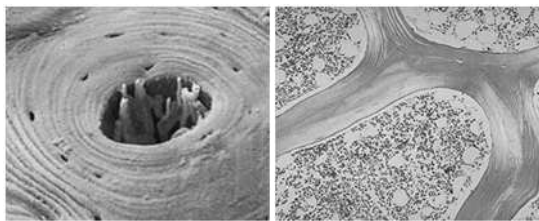
Costituito da una componente inorganica (sostanza intercellulare mineralizzata) nella quale sono scavate cavità dette lacune ossee, da cui dipartono canalicoli più o meno ramificati ed anastomizzati: contengono rispettivamente, gli osteociti ed i loro prolungamenti



In altre e più ampie cavità sono contenuti vasi, nervi e midollo osseo

Tipi di tessuto osseo

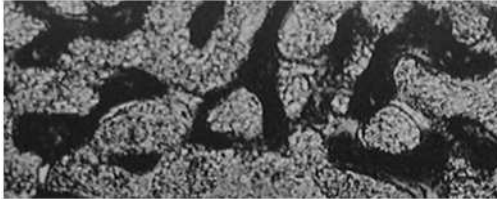
Tessuto osseo lamellare



Tipi di tessuto osseo

Tessuto osseo lamellare

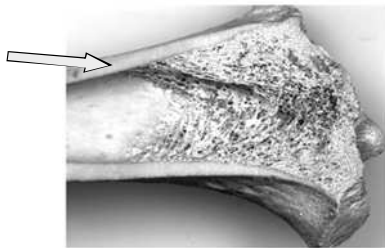
Tessuto osseo non lamellare



Tessuto osseo lamellare

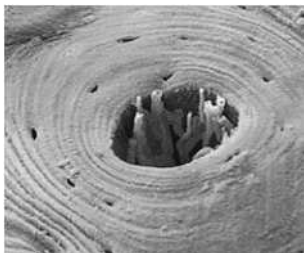
Osso compatto o corticale

Osso spugnoso o trabecolare



Tessuto osseo lamellare

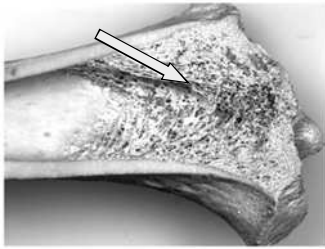
Osso compatto o corticale



Tessuto osseo lamellare

Osso compatto o corticale

Osso spugnoso o trabecolare



Tessuto osseo lamellare

Osso spugnoso o trabecolare



Tessuto osseo lamellare

Nella vita post-natale è quello di gran lunga prevalente nello scheletro dei Mammiferi

Possiede elevate potenzialità meccaniche di resistenza alla pressione, trazione, torsione col minimo aggravio ponderale

Ciò è dovuto sia alle proprietà fisiche della sostanza intercellulare, sia alla sua architettura generale: tendenza della matrice a disporsi in lamelle

In ogni lamella le fibre collagene hanno decorso tendenzialmente parallelo e formano con quelle della lamella contigua un angolo di varia ampiezza

Le lamelle contigue sono connesse da matrice mineralizzata attraversata da fibre collagene a disposizione irregolare

Tessuto osseo lamellare

Nella vita post-natale è quello dei Mammiferi

Possiede elevate potenzialità di resistenza a pressione, trazione, torsione

Ciò è dovuto sia alle proprietà fisiche della sostanza sia alla sua architettura generale: tendenza della matrice a organizzarsi in lamelle

In ogni lamella le fibre collagene hanno decorso tendenzialmente parallelo e formano con quelle della lamella contigua un angolo di varia ampiezza

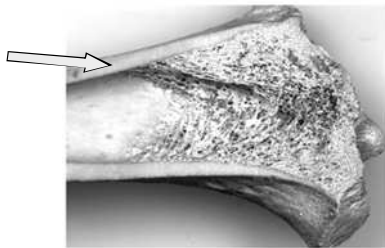
Le lamelle contigue sono connesse da matrice mineralizzata attraversata da fibre collagene a disposizione irregolare



Tessuto osseo lamellare

Osso compatto o corticale

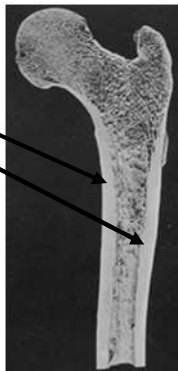
Osso spugnoso o trabecolare



Tessuto osseo compatto o corticale

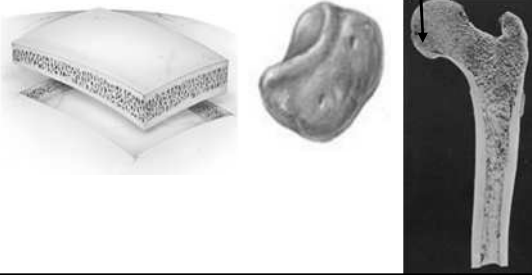
• Forma la corticale delle ossa lunghe

• In generale, forma il guscio esterno di tutte le ossa

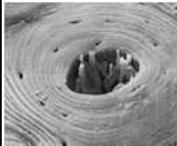


Tessuto osseo compatto o corticale

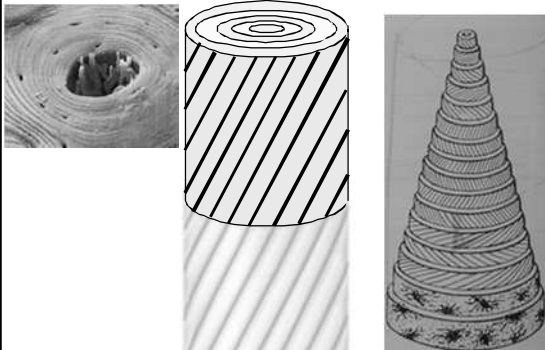
- Forma i due tavolati (sup. e profondo) delle ossa piatte
- Forma lo strato superficiale delle ossa brevi e delle epifisi di quelle lunghe (escluso aree rivestite da cartilagine articolare che ricopre l'osso sottocondrale)



Il sistema concentrico di Havers (osteone)



Il sistema concentrico di Havers (osteone)



Il sistema concentrico di Havers (osteone)

L'osteone è tipico dell'osso compatto, ha forma tendenzialmente cilindrica ed altezza compresa tra 0,9 ed 1,2 mm. E' attraversato nel senso della lunghezza dal canale di Havers, il cui calibro varia (20-110 microns)

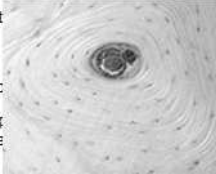
Le lamelle dell'osteone sono disposte concentricamente al canale di Havers

Le lamelle dell'osteone possono anche essere incomplete: forma a semiluna o a falce

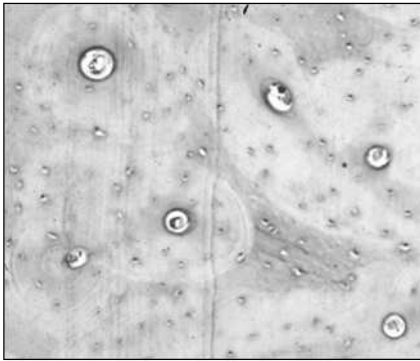
L'andamento delle lamelle è ortogonale, a vicinanza del canale di Havers

Nell'ambito delle lamelle hanno decorso fibre di collagene

La lamella presenta concentriche deposizioni

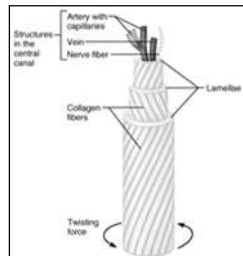
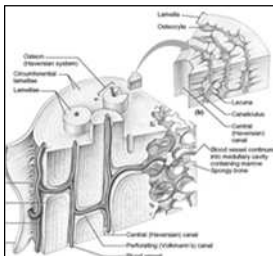


Tessuto osseo compatto o corticale

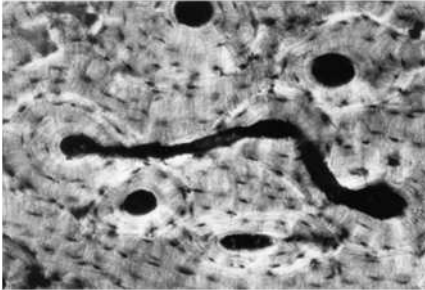


Tessuto osseo compatto o corticale

Architettura complessa: oltre alle lacune e relativi canalicoli, si osservano altre cavità di maggior calibro ad orientamento parallelo all'asse maggiore dell'osso (canali di Havers), oppure che hanno decorso trasversale od obliquo (canali di Volkmann)



Tessuto osseo compatto o corticale

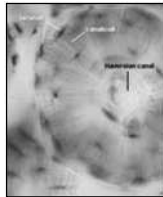


Cavità di maggior calibro a decorso trasversale od obliquo (canali di Volkmann)

Il sistema concentrico di Havers (osteone)

Dalle lacune partono canalicoli orientati in varie direzioni: sono lunghi, ramificati ed anastomizzati con quelli che provengono da altre lacune

I canalicoli che partono dalle lamelle più profonde si aprono frequentemente ad imbuto nel canale di Havers



Il sistema delle lacune e canalicoli è ampiamente intercomunicante ed in stretto rapporto anche con i vasi che decorrono nel canale di Havers

Scambio metabolico per tutti gli osteociti

Fattore limitante lo spessore dell'osteone

Tessuto osseo compatto o corticale

Nelle sezioni trasversali sono riconoscibili tre sistemi di lamelle

Il sistema concentrico o di Havers (osteone)

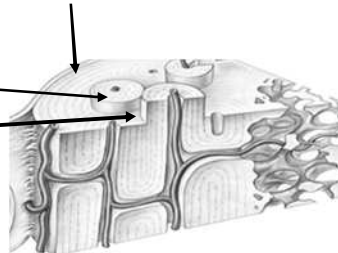
Il sistema delle lamelle interstiziali

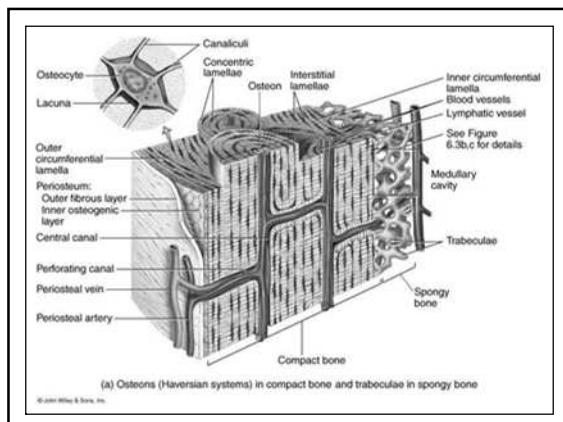
Il sistema delle lamelle circonferenziali o limitanti

esterne
interne

osteone

Lamelle interstiziali

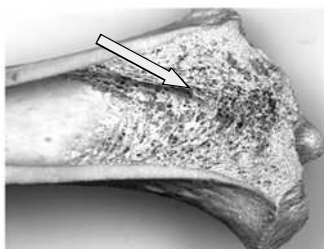




Tessuto osseo lamellare

Osso compatto o corticale

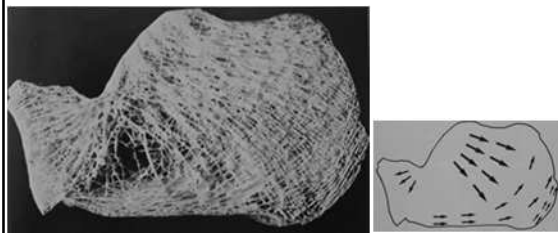
Osso spugnoso o trabecolare



Tessuto osseo spugnoso o trabecolare

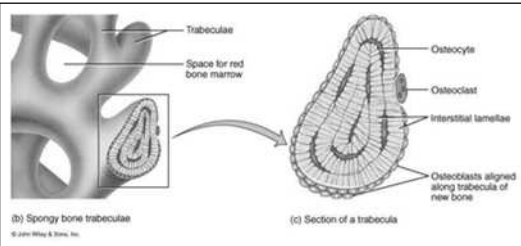
Costituisce la maggior parte delle ossa brevi, delle epifisi delle ossa lunghe e si trova nella diploe delle ossa piatte

L'orientamento dei traiettori formati dalle trabecole è tale da opporsi nei singoli segmenti scheletrici considerati alla sollecitazioni meccaniche a cui sono prevalentemente sottoposti



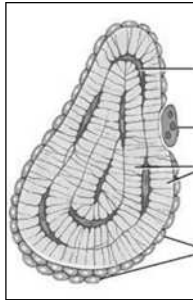
Tessuto osseo spugnoso o trabecolare

E' formato da strati di lamelle associate in trabecole più o meno spesse e variamente anastomizzate a delimitare spazi intercomunicanti, denominati cavità midollari, in quanto occupate da midollo osseo (oltre che da vasi e nervi)



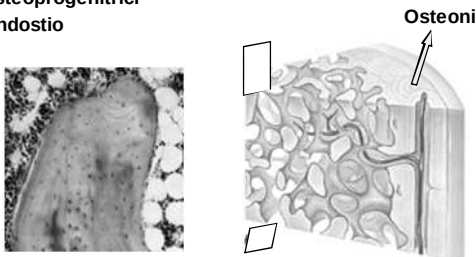
Tessuto osseo spugnoso o trabecolare

Le lamelle contigue sono connesse da matrice mineralizzata attraversata da fibre collagene a disposizione irregolare

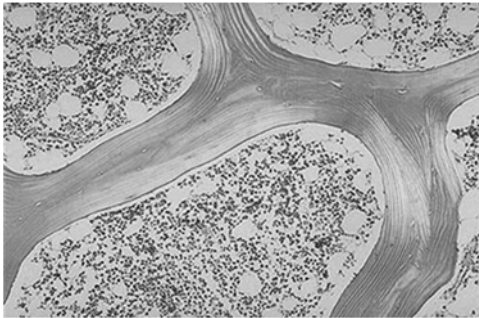


Tessuto osseo spugnoso o trabecolare

- Lamelle
- Osteociti, osteoblasti, osteoclasti e cellule osteoprogenitrici
- Endostio



Tessuto osseo spugnoso o trabecolare



Tessuto osseo non lamellare

a fibre intrecciate

a fibre parallele

Tessuto osseo non lamellare a fibre intrecciate

Fibre collagene a disposizione casuale

Possiede minore resistenza meccanica

Costituisce lo scheletro definitivo dei vertebrati inferiori (Anfibi)

E' l'osso primario dei Mammiferi (ossa fetali), che viene successivamente sostituito da osso lamellare

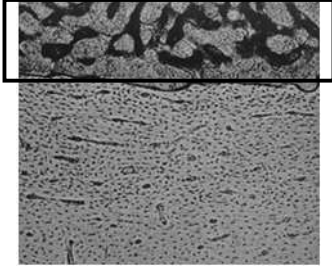
Può persistere nell'adulto

- a livello delle suture, in corrispondenza delle sedi in cui il periostio aderisce strettamente all'osso
- a livello delle inserzioni legamentose o tendinee, in prossimità delle superfici articolari
- in parte, a livello del cemento del dente

Si forma inoltre quando vi è rapida neoformazione ossea, come nella riparazione delle fratture o nel morbo di Paget

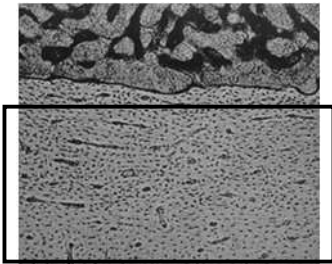
Tessuto osseo non lamellare a fibre intrecciate

Tessuto osseo non lamellare a fibre intrecciate è attraversato da cavità anastomizzate (spazi di Havers), contenenti vasi, nervi e midollo osseo



Tessuto osseo non lamellare a fibre parallele

Caratteristico degli uccelli. Raro e presente solo transitoriamente nei Mammiferi: può persistere nella zona di inserzione dei tendini, dalla cui mineralizzazione trae origine





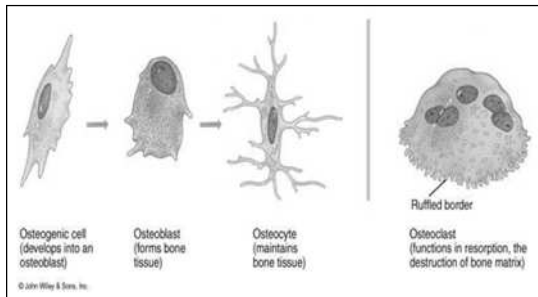
Università degli Studi di Milano
Facoltà di Scienze Motorie



Le cellule del tessuto osseo

Giuseppe M. Peretti
giuseppe.peretti@unimi.it

Le cellule del tessuto osseo



Origine mesenchimale

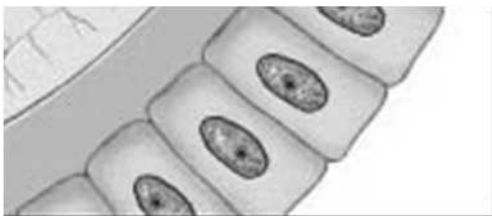
Cellule osteoprogenitrici

Cellule con capacità mitotiche, capaci di trasformarsi in osteoblasti



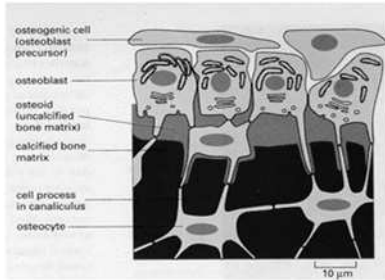
Osteoblasti

Un osteoblasta è una cellula che produce osteoide o matrice ossea



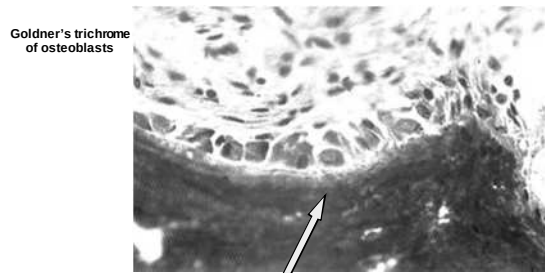
Osteoblasti

Un osteoblasta è una cellula che produce osteoide o matrice ossea



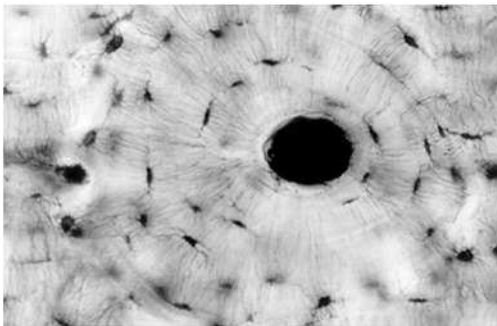
Osteoblasti

L'osteoblasta è la cellula che produce osteoide o matrice ossea



Presenza di uno strato di matrice non mineralizzata (osteoide) tra la membrana cellulare e la matrice mineralizzata

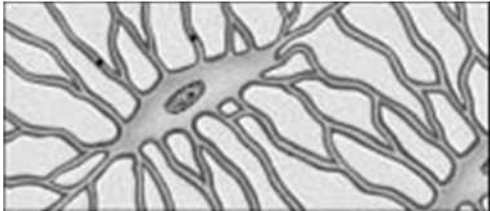
Osteociti



Osteociti

Derivano dagli osteoblasti

Gli osteoblasti rimangono murati nella sostanza intercellulare da loro deposta



Osteociti

The transformation from motile osteoblast to entrapped osteocyte takes about 3 days during which time the cell produces a volume of extracellular matrix three times its own cellular volume

Cell polarity is maintained during the transformation from osteoblast to osteocyte, such that the nucleus remains in proximity to the vasculature, but a shift in cell volume distribution takes place, changing the rounded, active osteoblast to a more stellate or dendritic-shaped osteocyte

This results in a 30% volume reduction in the nascent osteocyte cell body and 70% volume reduction in the mature osteocyte cell body compared to the volume of the original osteoblast

Osteoclasti

L'osteoclasta è la cellula del tessuto osseo responsabile del riassorbimento del tessuto



Osteoclasti

Sono cellule di grosse dimensioni (20-100 microns) e plurinucleate

Originano da cellule pluripotenti del midollo osseo, che sono anche precursori di monociti e macrofagi

Monociti sono mononucleati; macrofagi ed osteoclasti sono formati dalla fusione di più monociti

Giacciono in aree di riassorbimento osseo dette fossette (o lacune) di Howship

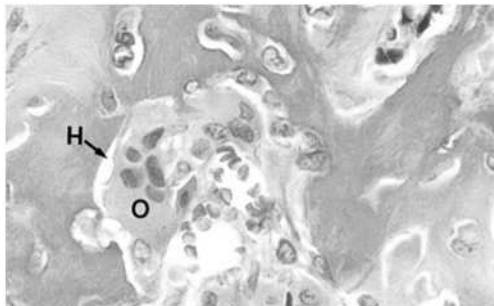
Cellule fortemente polarizzate, con scarso reticolo endoplasmatico ruvido, moderato numero di vescicole lisce e mitocondri ben rappresentati

Presentano orletto striato (o a spazzola) $\Rightarrow$ attività

Osteoclasti

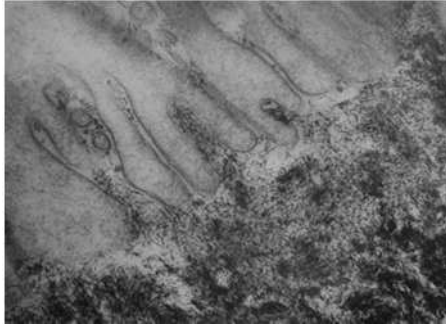


Osteoclasti



Osteoclast in Howship's lacuna

Osteoclasti



Orletto striato o orletto a spazzola



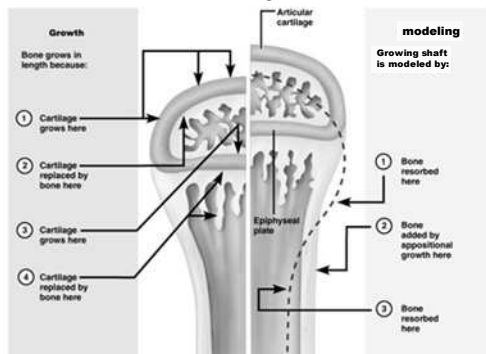
Università degli Studi di Milano
Facoltà di Scienze Motorie



Morfologia Umana: il rimaneggiamento osseo

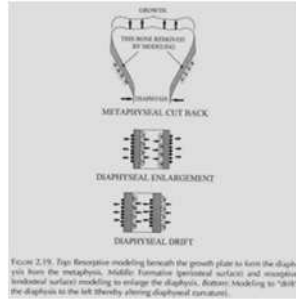
Giuseppe M. Peretti
giuseppe.peretti@unimi.it

Crescita delle ossa lunghe e modellamento



Osso: Modellamento e rimodellamento

- modellamento
 - Modellare la forma delle ossa in relazione alle richieste meccaniche
 - Le metafisi si modellano riducendo il diametro osseo durante la crescita
 - Le diafisi si modellano aumentando il diametro osseo
 - osteoapposizione a livello periostale
 - riassorbimento a livello endostale



Osso: Modellamento e rimodellamento

- modellamento(cont)
 - Modellare la forma delle ossa in relazione alle richieste meccaniche
 - Modellamento diafisario per modificare la curvatura
 - Alla sezione trasversale tende verso l'esterno nella parte terminale dell'osso
 - Modellamento delle ossa piatte
 - Riassorbimento della parte interna ed osteoapposizione nella superficie esterna per permettere la crescita in volume del cervello

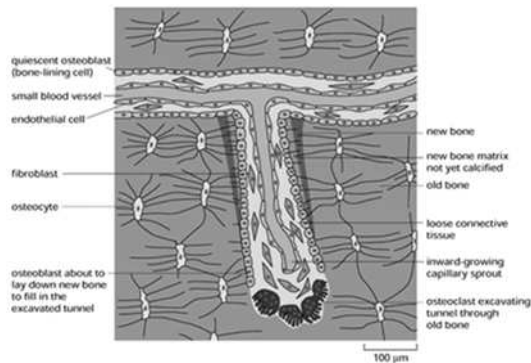
Osso: Modellamento e rimodellamento

- Rimodellamento
 - Rimuove l'osso vecchio e lo sostituisce con osso giovane
 - Previene l'accumulo di danni da fatica
 - Preleva il calcio dal tessuto osseo per essere utilizzato altrove metabolicamente
 - E' permesso dall'azione di squadre di circa 10 osteoclasti ed alcune centinaia di osteoblasti che lavorano insieme in una BMUs ("basic multicellular units")

Osso: Modellamento e rimodellamento

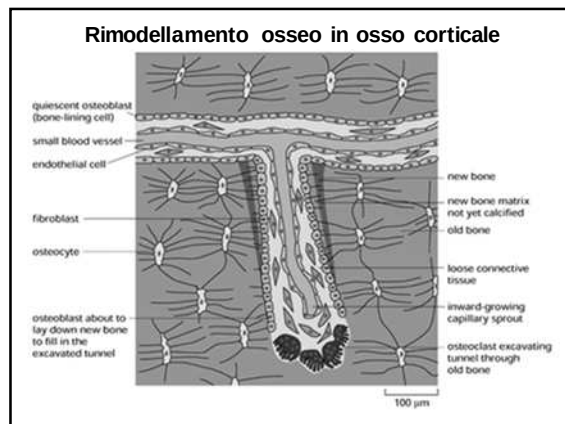
- Rimodellamento (cont.)
 - Tre tappe nella vita delle BMUs (ARF)
 - Attivazione
 - Riassorbimento
 - Formazione
 - Riassorbimento sotto forma di tunnel o gallerie di circa 200 μm di diametro ed alla velocità di 40 $\mu\text{m}/\text{day}$
 - Le cellule osteogenetiche si differenziano in osteoblasti

Rimodellamento osseo in osso corticale



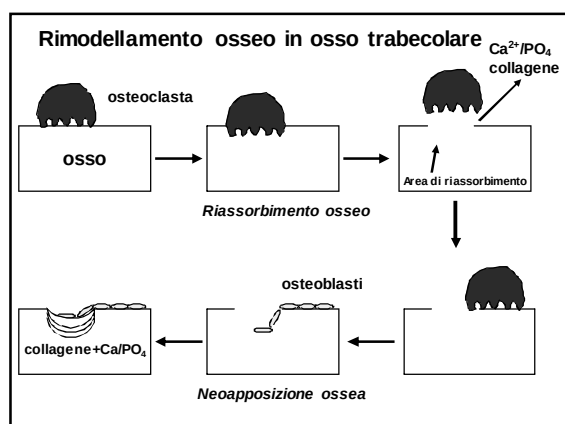
Osso: Modellamento e rimodellamento

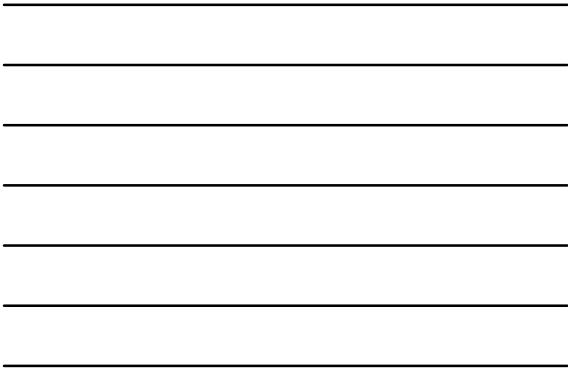
- Rimodellamento (cont.)
 - Gli osteoblasti riempiono il tunnel con tessuto osteoide alla velocità di 0.5 $\mu\text{m}/\text{day}$
 - Il riassorbimento dura circa 3 settimane
 - La sequenza del rimodellamento dura per circa 4 mesi
 - Le BMUs rimpiazzano il 5% di osso corticale ed il 25% di osso spongioso ogni anno



Osso: Modellamento e rimodellamento

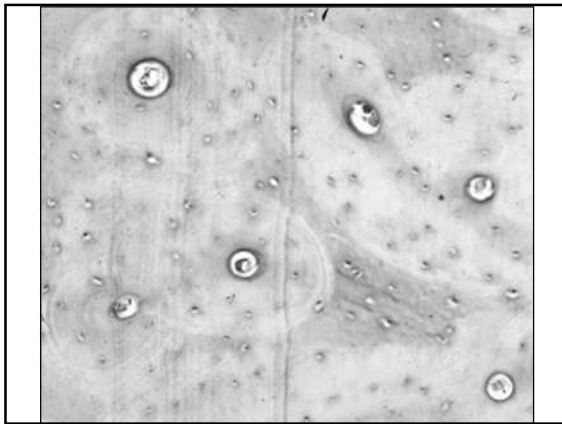
- Rimodellamento (cont.) – in osso trabecolare
 - Tre tappe nella vita delle BMUs (ARF)
 - Attivazione
 - Riassorbimento
 - Formazione
 - Riassorbimento sotto forma di lacune sempre alla velocità di 40 μm/day
 - Le cellule osteogenetiche si differenziano in osteoblasti e riempiono le lacune

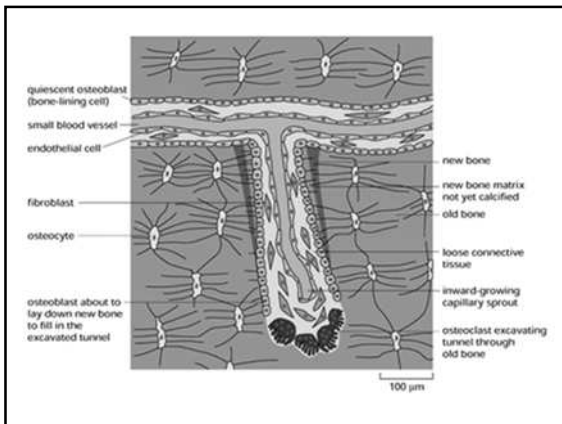


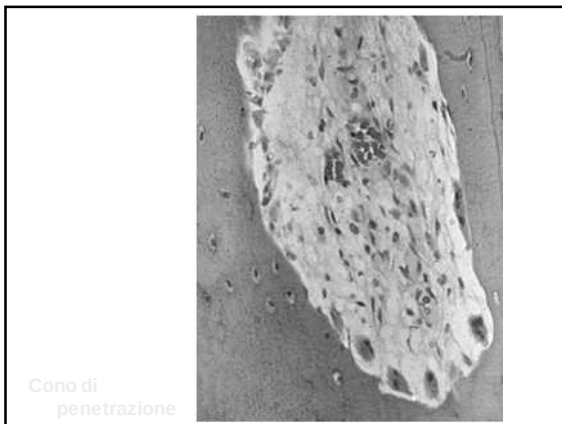


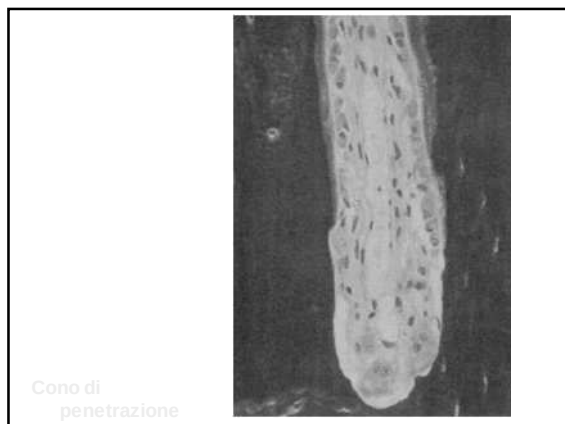
-
-
-
-
-
-













Università degli Studi di Milano
Facoltà di Scienze Motorie



**Osteogenesis and reparative osteogenesis
– cartilage tissue**

Giuseppe M. Peretti
peretti.giuseppe@hsr.it



Università degli Studi di Milano
Facoltà di Scienze Motorie



L'Osteogenesi

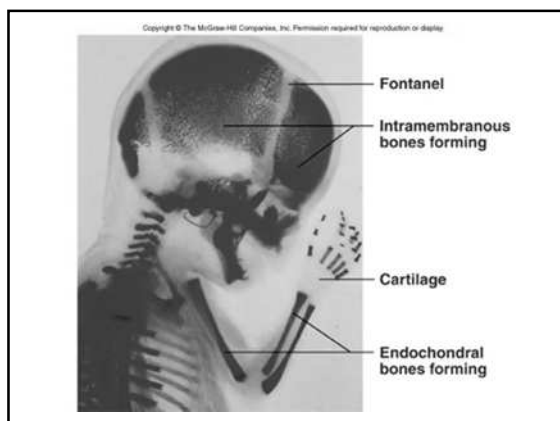
Giuseppe M. Peretti
peretti.giuseppe@hsr.it

Sviluppo del tessuto osseo

- Osteogenesi ed ossificazione - il processo di formazione del tessuto osseo, che porta a:
 - Formazione dello scheletro osseo nell'embrione
 - Crescita ossea fino alla pubertà
 - Crescita dell'osso in spessore, rimodellamento e riparazione

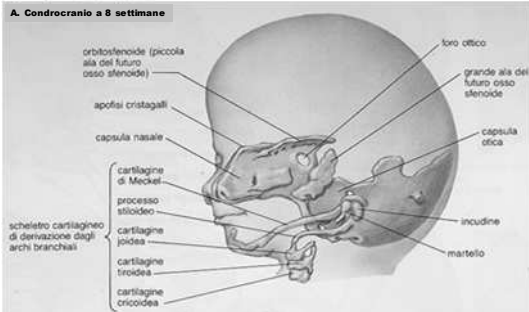
Formazione dello scheletro osseo

- Comincia all'ottava settimana di vita embrionale
- Ossificazione intramembranosa – il tessuto osseo si sviluppa a partire dalle membrane fibrose
- Ossificazione encondrale – il tessuto osseo si sviluppa sostituendosi a tessuto cartilagineo



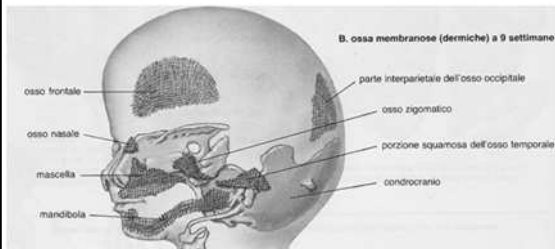
Ossificazione intramembranosa

A. Condrocraio a 8 settimane



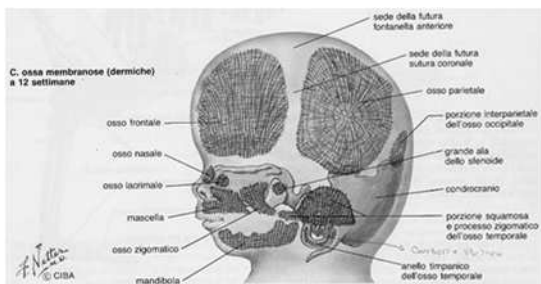
Ossificazione intramembranosa

B. ossa membranose (dermiche) a 9 settimane

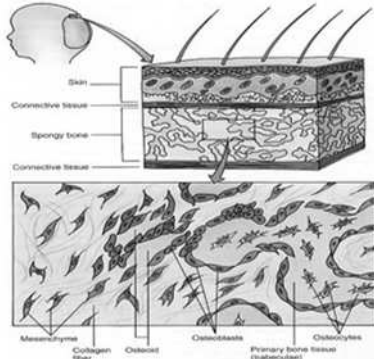


Ossificazione intramembranosa

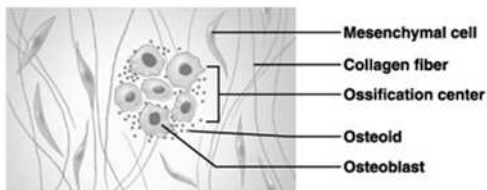
C. ossa membranose (dermiche) a 12 settimane



Ossificazione intramembranosa

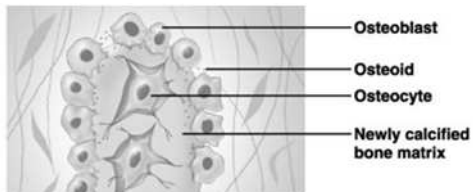


Fasi della ossificazione intramembranosa



- ① **Comparsa di un centro di ossificazione a livello delle membrane costituite da tessuto connettivo fibroso**
 - **Determinate cellule mesenchimali della zona centrale creano un raggruppamento e si differenziano in osteoblasti, formando un centro di ossificazione**

Fasi della ossificazione intramembranosa



- ② **Secrezione della matrice ossea (osteoid) all'interno delle membrane fibrose**
 - **Gli osteoblasti cominciano la secrezione di osteoidi, che in pochi giorni si mineralizza**
 - **Gli osteoblasti rimasti intrappolati nella matrice si trasformano in osteociti**

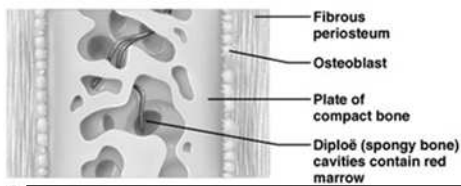
Fasi della ossificazione intramembranosa



③ Formazione di osso immaturo e periostio

- L'osteide viene depositata ed accumulata tra i vasi sanguigni embrionali. Questo porta ad una rete di trabecole (non di lamelle)
- Il tessuto mesenchimale vascolarizzato condensa a livello della superficie esterna dell'osso immaturo e si trasforma in periostio

Fasi della ossificazione intramembranosa



④ Formazione di un collare di tessuto osseo compatto; comparsa del midollo rosso

- Le trabecole appena sottostanti il periostio si ispessiscono, formando un collare di osso immaturo, che è successivamente sostituito da osso maturo lamellare
- L'osso spongioso, costituito da trabecole distinte, persiste nella parte interna e la sua componente vascolare diventa midollo rosso

Ossificazione intramembranosa



<http://education.vetmed.vt.edu/Curriculum/VM8054/Labs/Lab8/Examples/exmembos.htm>

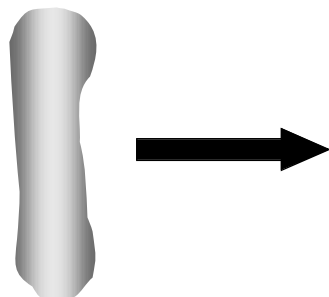
Ossificazione Encondrale



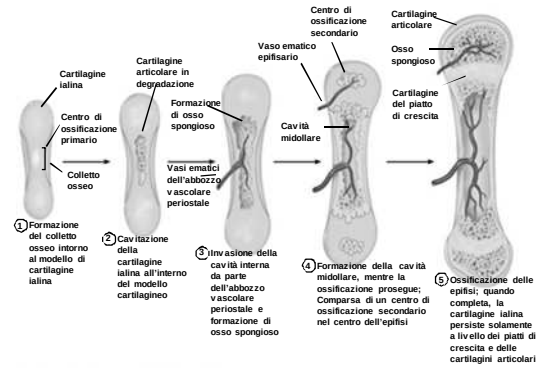
Ossificazione Encondrale

- Comincia dal secondo mese di sviluppo e forma tutte le ossa al di sotto della scatola cranica ad eccezione della clavicola e di parte della mandibola
- Utilizza il modello "osseo" costituito da cartilagine ialina per la costituzione di tessuto osseo
- Necessita della distruzione del tessuto cartilagineo ialino prima di iniziare l'ossificazione

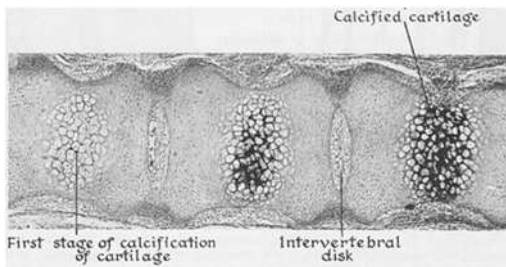
Fasi della ossificazione encondrale

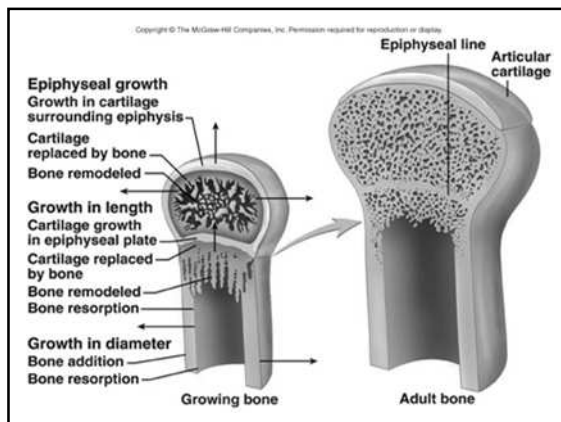


Fasi della ossificazione encondrale

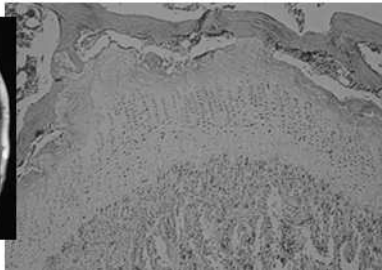
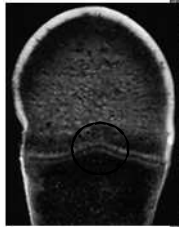


Fasi della ossificazione encondrale

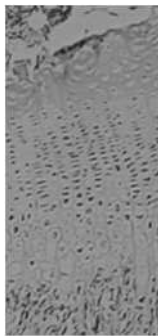




Cartilagine metafisaria



Cartilagine metafisaria



Zona delle cellule a riposo

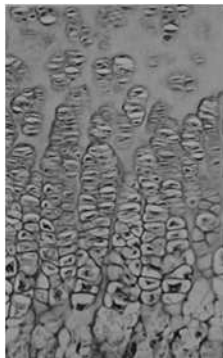
Zona di proliferazione (cartilagine seriat)

Zona delle cellule ipertrofiche

Zona delle cellule in degenerazione

Sostanza fondamentale calcificata

Cartilagine metafisaria



Zona delle cellule a riposo

Zona di proliferazione (cartilagine seriat)

Zona delle cellule ipertrofiche

Zona delle cellule in degenerazione

Sostanza fondamentale calcificata

Il tessuto osseo senescente

“Disease of Aging”

Le malattie dell'invecchiamento

Il tessuto osseo senescente

- Osteoporosis – Disease with a reduction in bone mass and changes in bone architecture that increase the likelihood of fracture (Floman 1993)

Aging and Changes in Bone

Types of Bone:

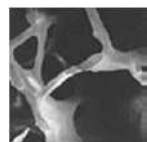
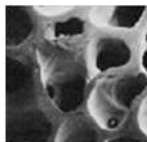
- Compact (80-90% calcified)
- Trabecular (Spongy: 15-25% calcified)

Integrity Assessed By:

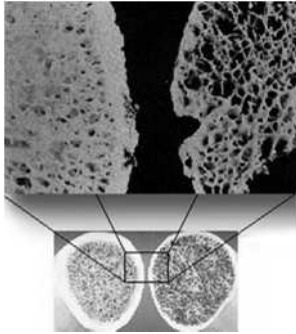
- Mass
- Mineral Content
- Internal Bone Structure

Rate of Change With Age:

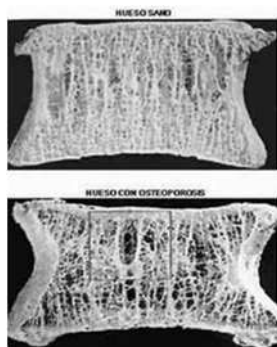
- Findings mixed, but ~ 1% per year starting at mid-thirties age may be a reasonable estimate
- By 80 yrs of age, bone mineral content reduced by 55% and 40% of young adult level in men and women respectively



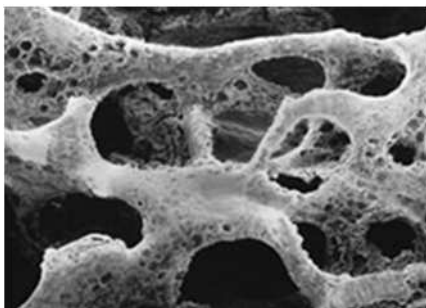
Il tessuto osseo senescente



Il tessuto osseo senescente



Il tessuto osseo senescente



Affected Areas



Hologic, Inc. 1998

- Loss of bone mineral density
 - Spine
 - Wrists
 - Hips
 - Calcaneus
- Secondary Affects
 - Depression
 - Pain
 - Deformity
 - Dependency
 - Fear of falling
 - Premature death

Il tessuto osseo senescente



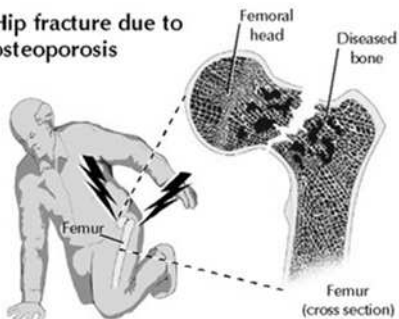
Anatomical Illustration of Normal Vertebrae



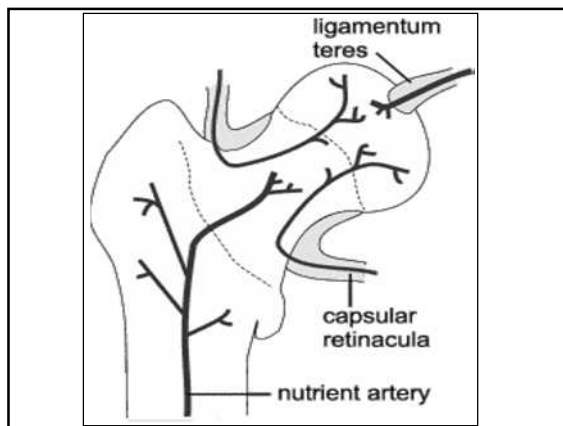
Vertebrae with Crush Fractures Resulting from Osteoporosis

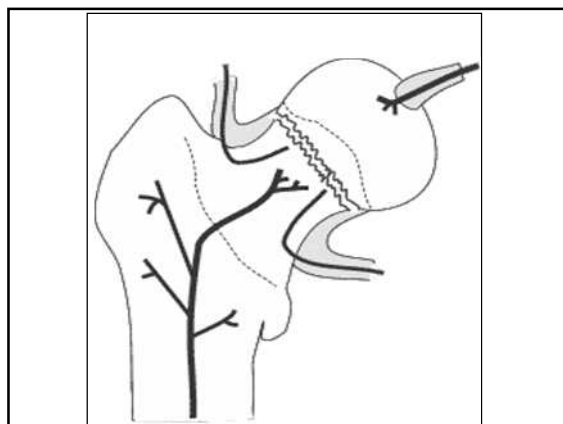
Il tessuto osseo senescente

Hip fracture due to osteoporosis











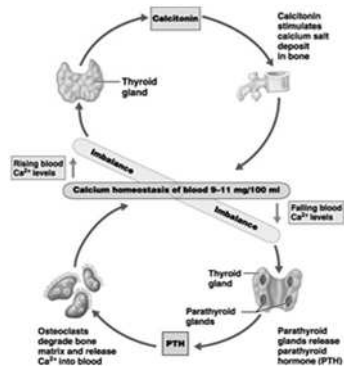


Controllo ormonale

Control of Remodeling

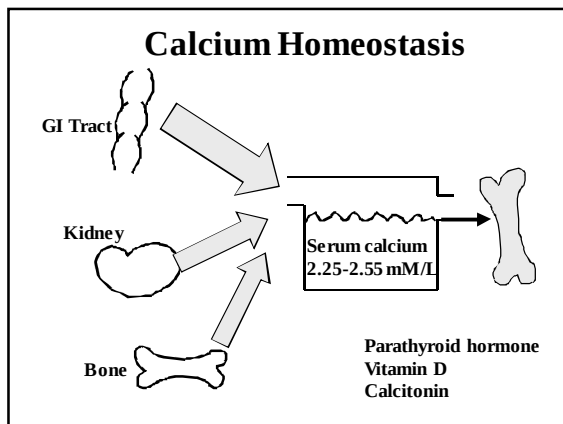
- Due loops di controllo regolano il rimodellamento osseo
 - Un meccanismo ormonale mantiene l'omeostasi del calcio nel sangue
 - Forze meccaniche e gravitazionali che agiscono sullo scheletro

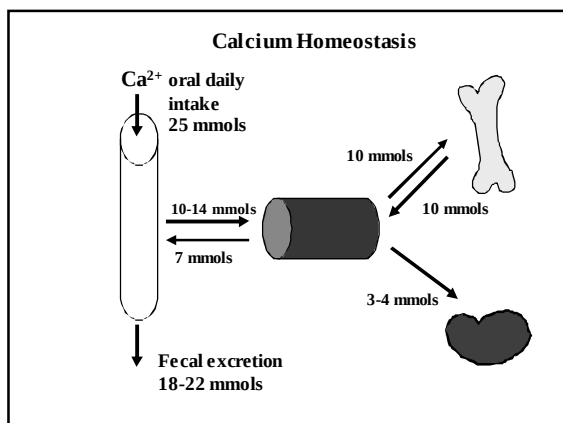
Hormonal Mechanism

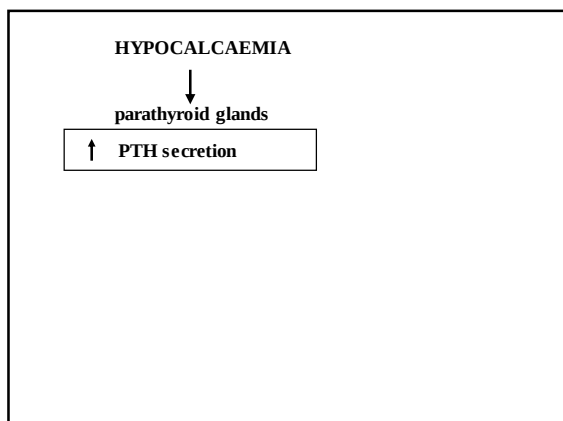


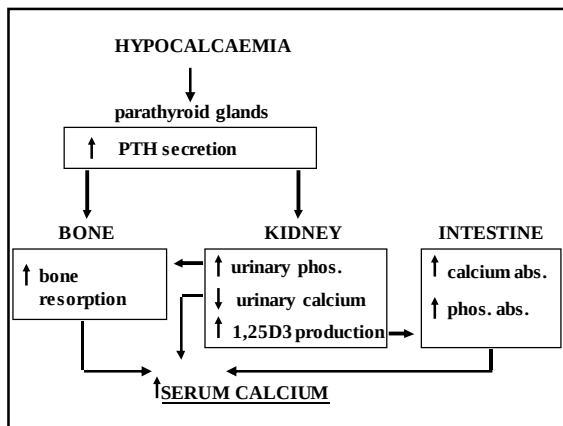
Hormonal Mechanism

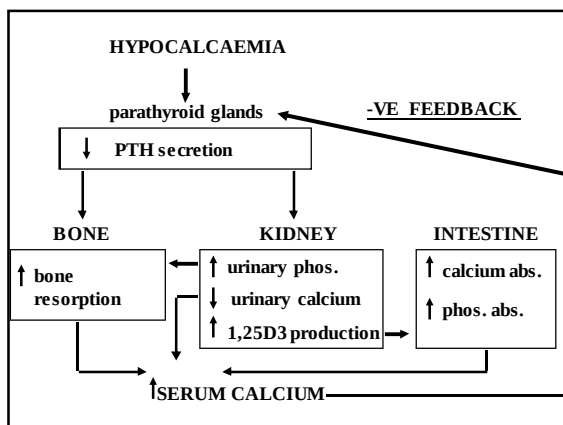
- Un aumento dei livelli ematici del Ca^{2+} stimola la tiroide al rilascio di calcitonina
- La calcitonina porta alla deposizione del calcio a livello osseo
- Una caduta dei livelli ematici del Ca^{2+} stimola le ghiandole paratiroidi al rilascio di PTH
- PTH stimola gli osteoclasti alla distruzione della matrice ossea ed alla liberazione di Ca^{2+} nel sangue

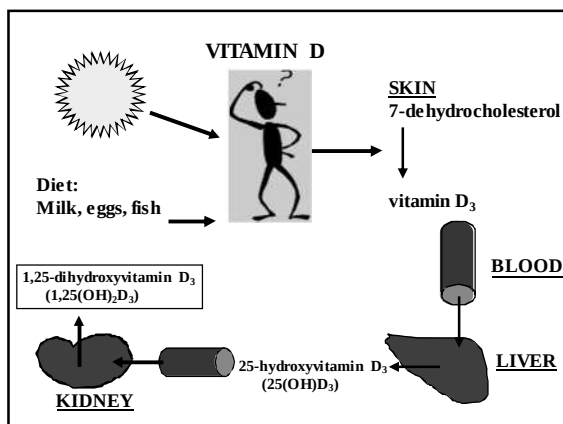


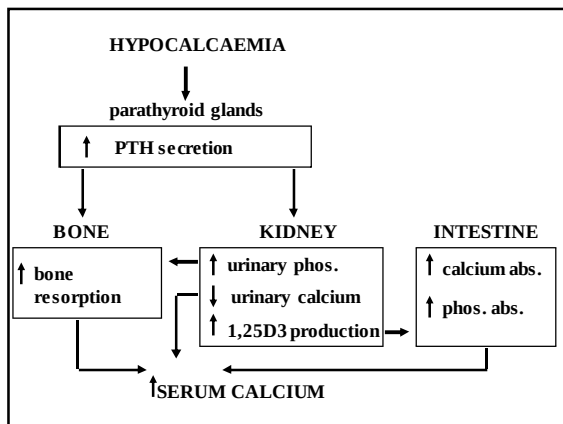


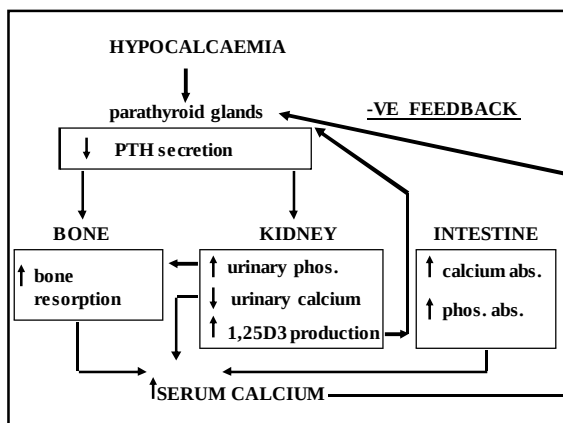






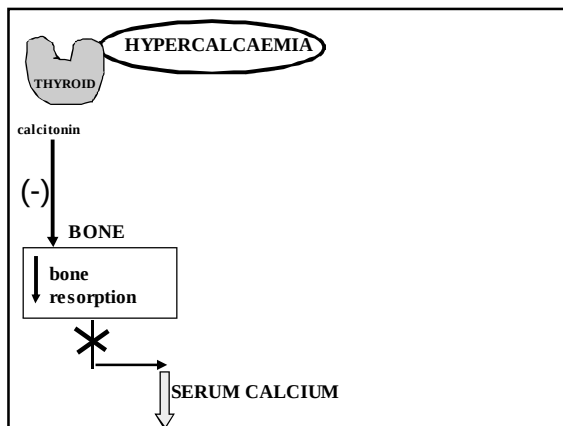






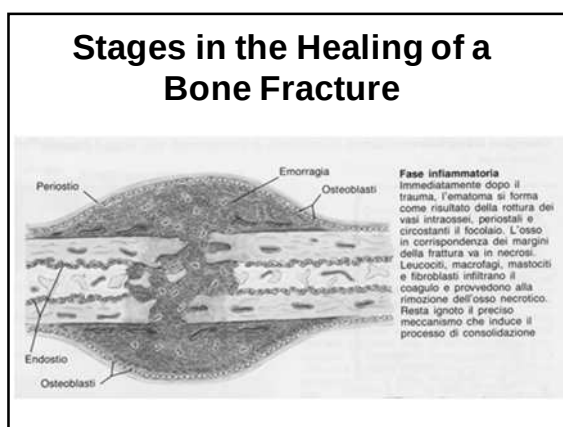
CALCITONINA

- Prodotto dalle cellule-C della tiroide (parafollicolari)
- La principale funzione della calcitonina in stati di alto turnover osseo
 - Inibizione del riassorbimento osseo (attività degli osteoclasti)

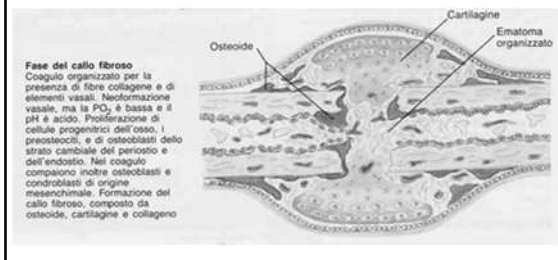


Bone Fractures

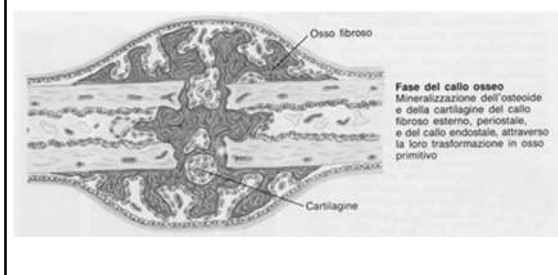
Bone Regeneration



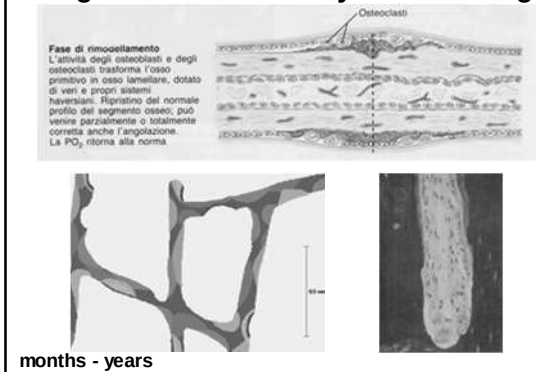
Stages in the Healing of a Bone Fracture



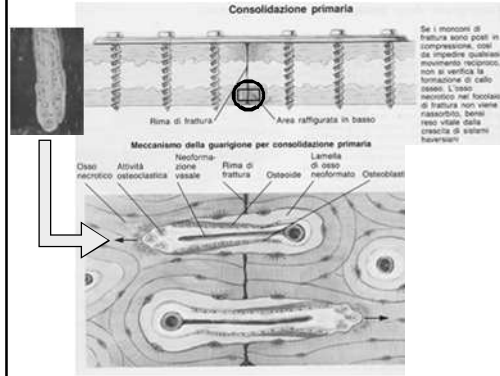
Stages in the Healing of a Bone Fracture



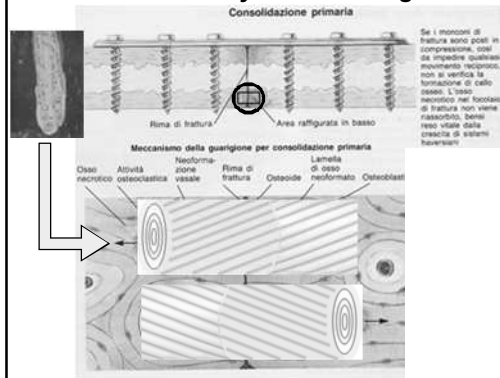
Stages in the secondary bone healing



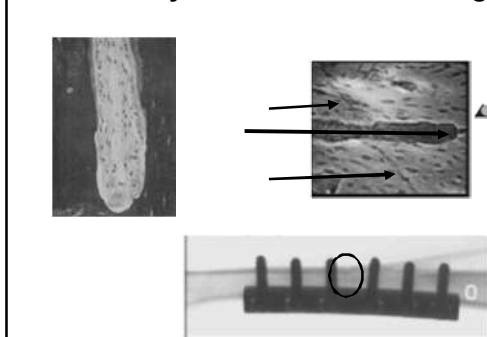
Primary bone healing

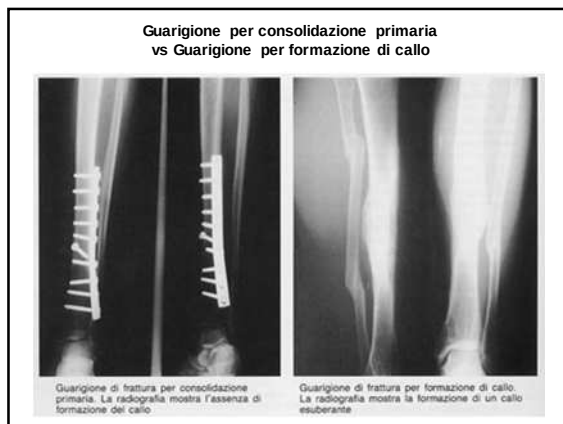


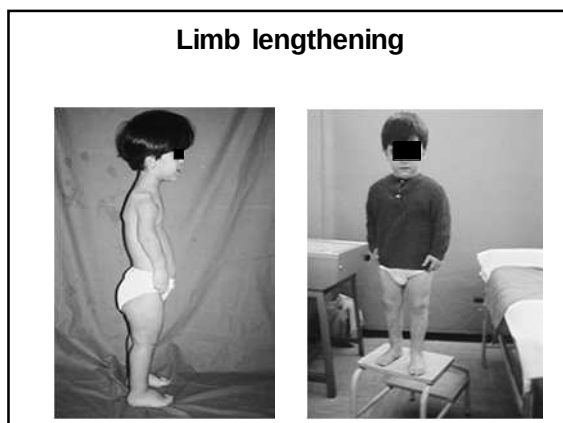
Primary bone healing



Primary-direct fracture healing









Università degli Studi di Milano
Facoltà di Scienze Motorie



**Organizzazione generale del
tessuto cartilagineo**

Giuseppe M. Peretti

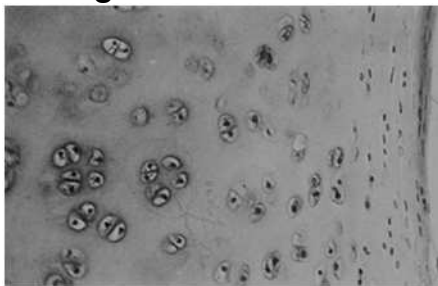
peretti.giuseppe@hsr.it

Cartilagine ialina

Cartilagine fibrosa

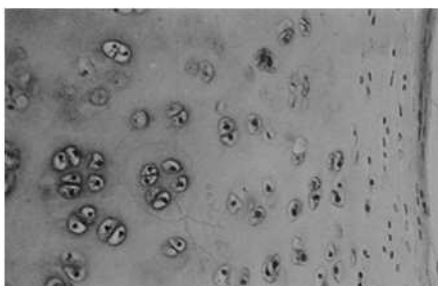
Cartilagine elastica

Cartilagine ialina



Condrociti sub-pericondrali affusolati

Condrociti profondi raggruppati a formare i "gruppi isogeni"

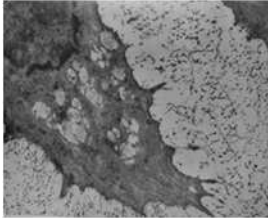


Matrice pericellulare

Matrice territoriale

Matrice interterritoriale

Condrocita



Cellula metabolicamente molto attiva

2-10% del volume tessutale

Capacità di risposta a diversi stimoli

Responsabile del rinnovamento della matrice cartilaginea

Cartilagine fibrosa

Dischi intervertebrali

Labbri glenoidei

Menischi

Sinfisi pubica

Tendini o legamenti che si inseriscono su cartilagine

Cartilagine Elastica

Padiglione auricolare

Condotto uditivo esterno

Cartilagini laringee

Cartilagine dei bronchioli più distali

Tipi di cartilagine ialina



Cartilagine articolare

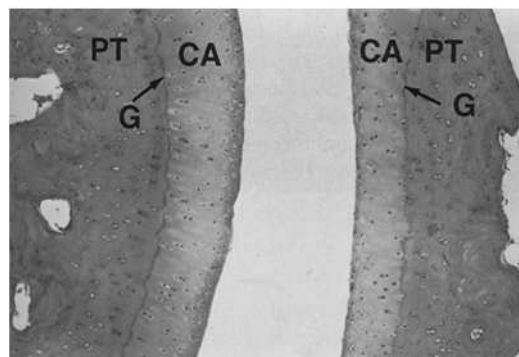
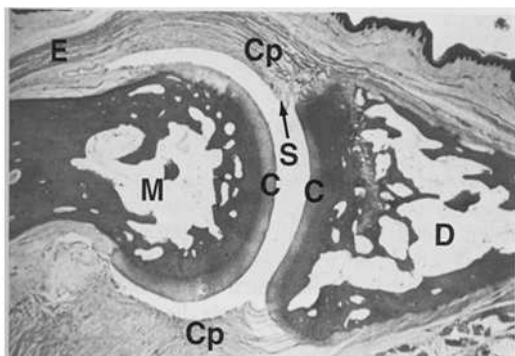
Cartilagine metafisaria

Macroscopic Anatomy of Articular Cartilage

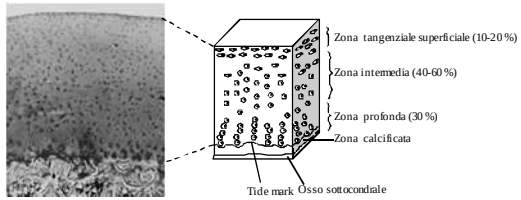
- Articulating surfaces of diarthrodial joints
- Provides these surfaces with the low friction, lubrication, and wear characteristic required for repetitive gliding motion
- Absorbs mechanical shocks and spreads the applied load onto subchondral bone

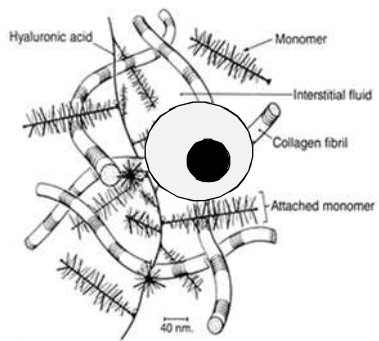


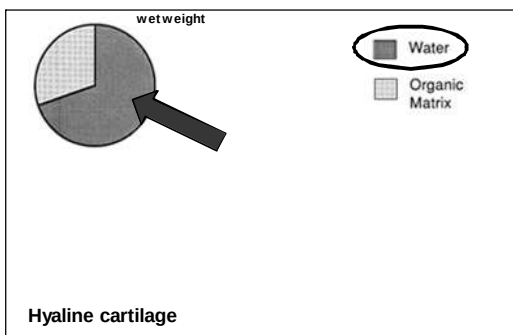
Microscopic Anatomy of Articular Cartilage



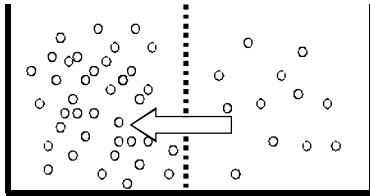
Anatomia

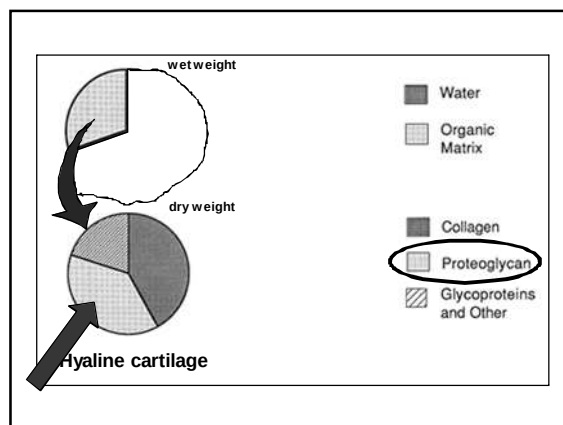


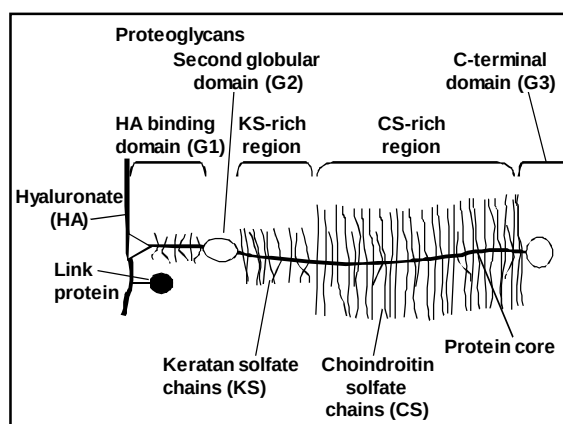


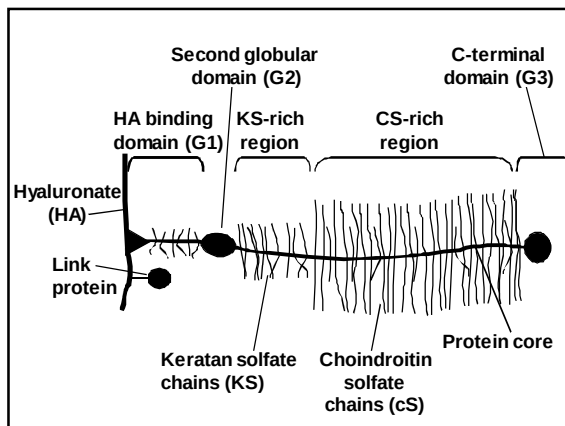


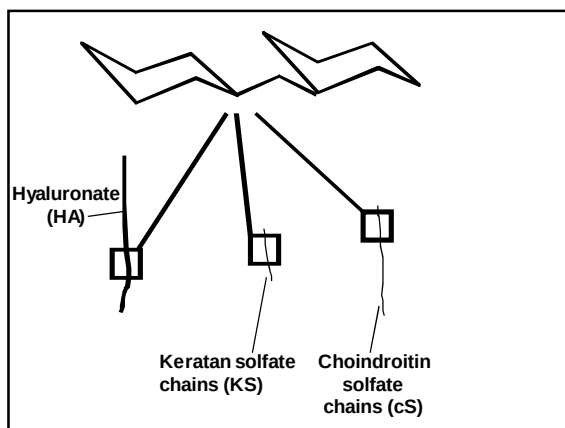
Donnan

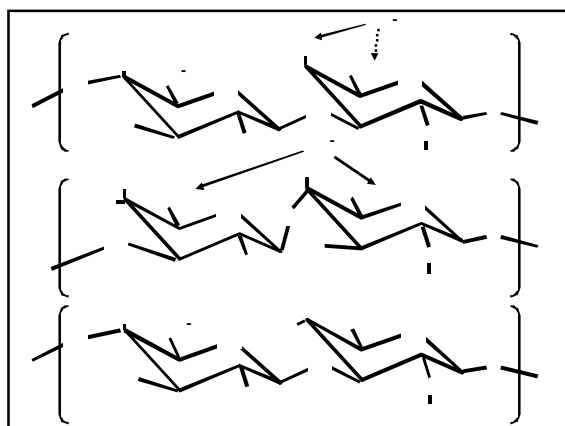


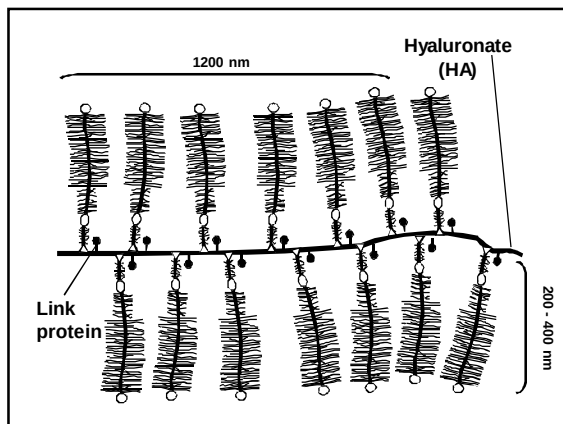


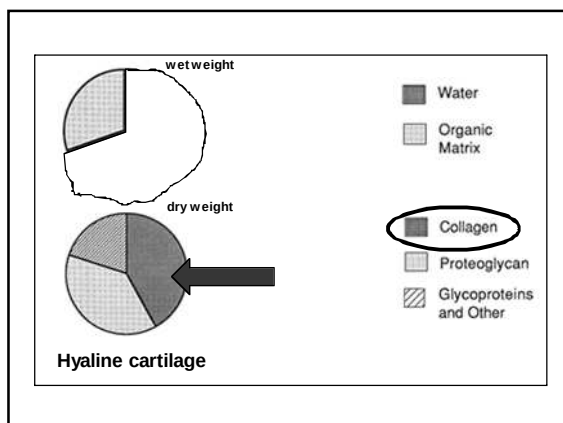


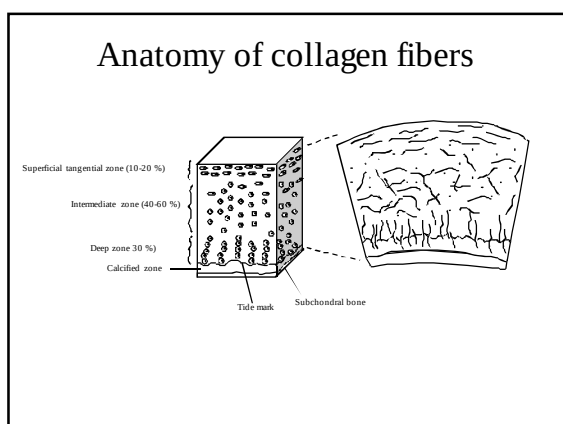


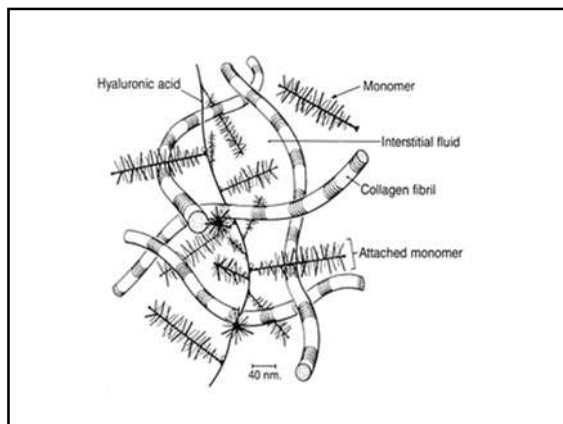






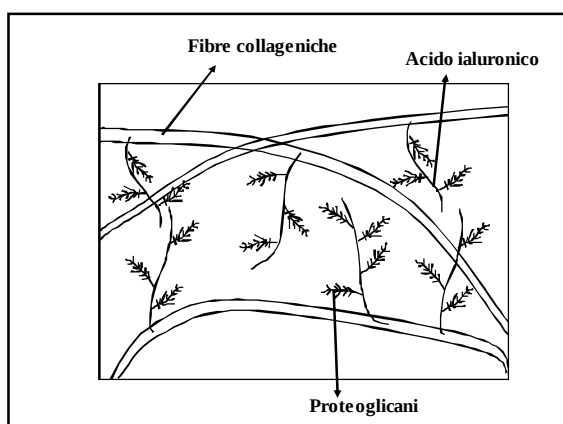


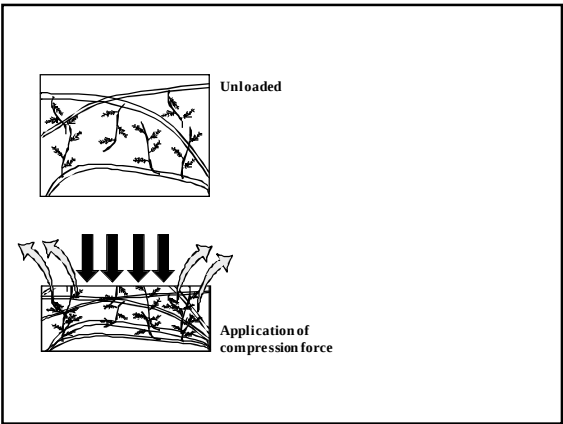


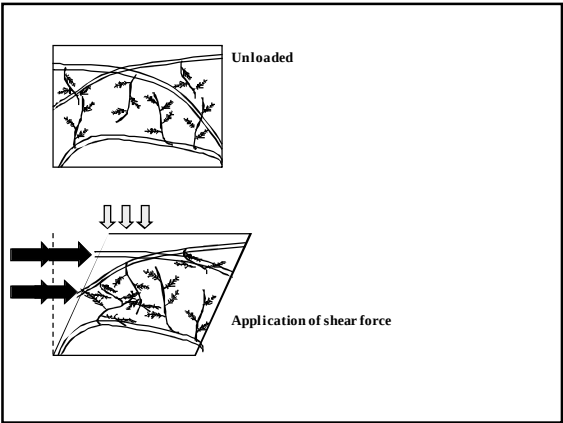


Biomechanics of Articular Cartilage

La composizione biochimica e la particolare struttura conferiscono al tessuto cartilagineo delle proprietà biomeccaniche molto particolari









		
www.unimedica.it Contatti Nome Cognome interessante/a a... Telefono mail		



Thank you!

giuseppe.peretti@unimi.it
