

Università degli Studi di Teramo

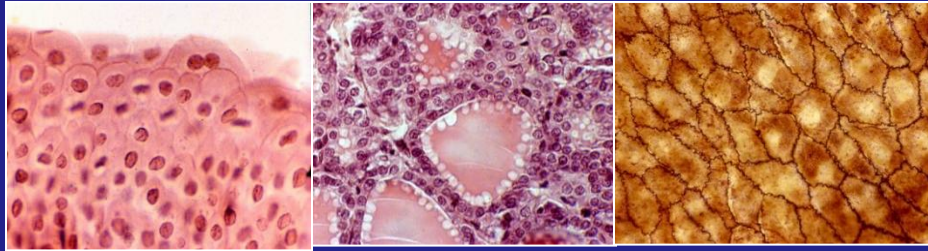
UNITE



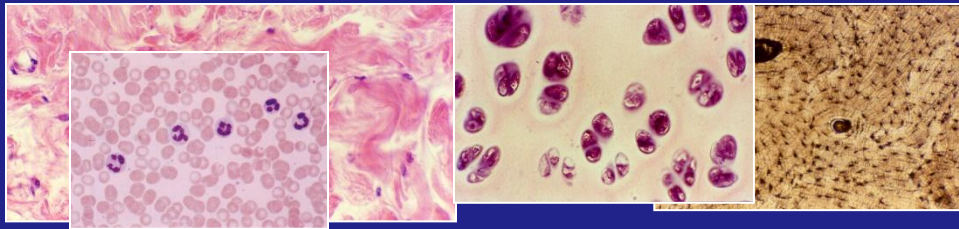
**Corso di Laurea in Biotecnologie
AA 2025-2026**

Citologia e Istologia
Prof.ssa Mauro Annunziata

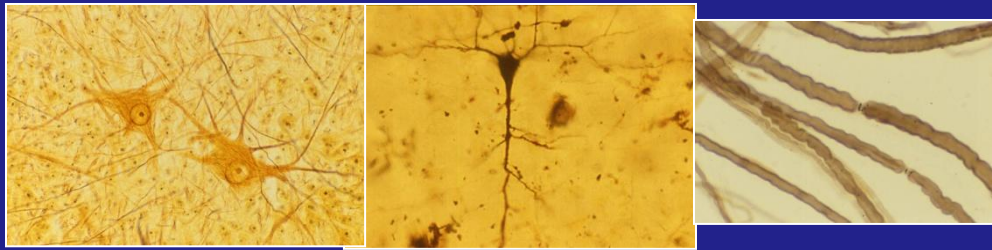
I TESSUTI



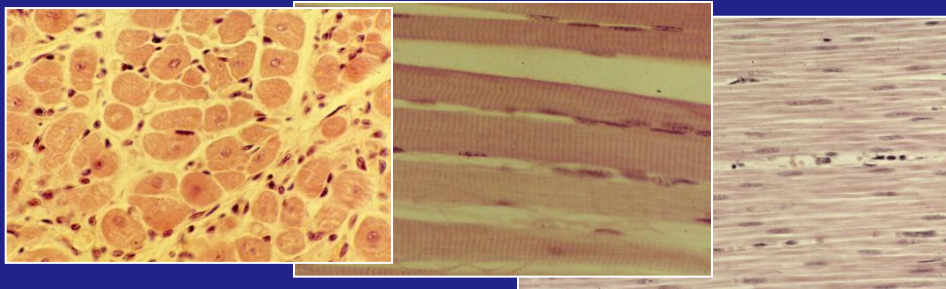
TESSUTO EPITELIALE



TESSUTO CONNETTIVO



TESSUTO NERVOSO



TESSUTO MUSCOLARE

Componenti del tessuto connettivo

1. cellule

2. matrice extracellulare

1. sostanza fondamentale amorfa

2. fibre di natura proteica

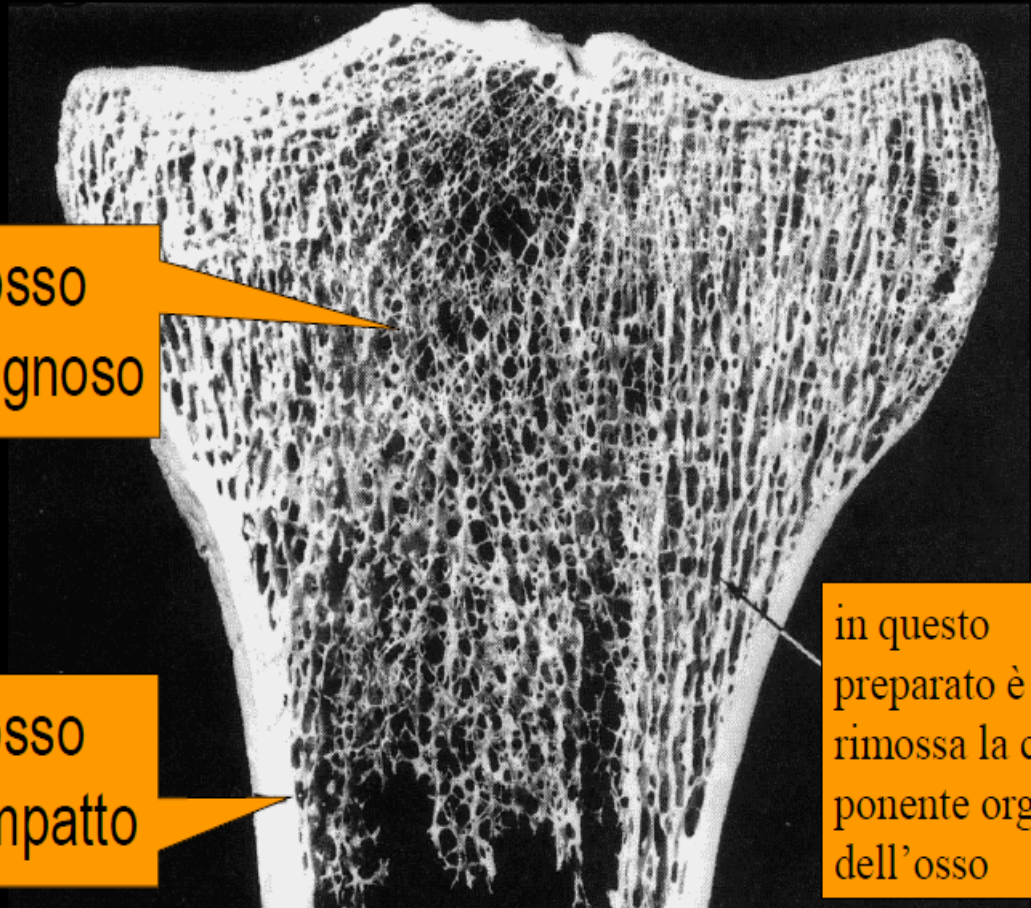
1. fibre collagene

2. fibre elastiche

Tessuto osseo

- Forma specializzata di connettivo caratterizzata dalla mineralizzazione della matrice extracellulare che conferisce al tessuto una notevole resistenza e durezza
- L'osso è al contempo resistente e leggero
- Non è un tessuto statico: è invece soggetto a rimodellamento e rinnovamento per l'intera durata della vita

Organizzazione macroscopica



osso
spugnoso

osso
compatto

in questo
preparato è stata
rimossa la com-
ponente organica
dell'osso

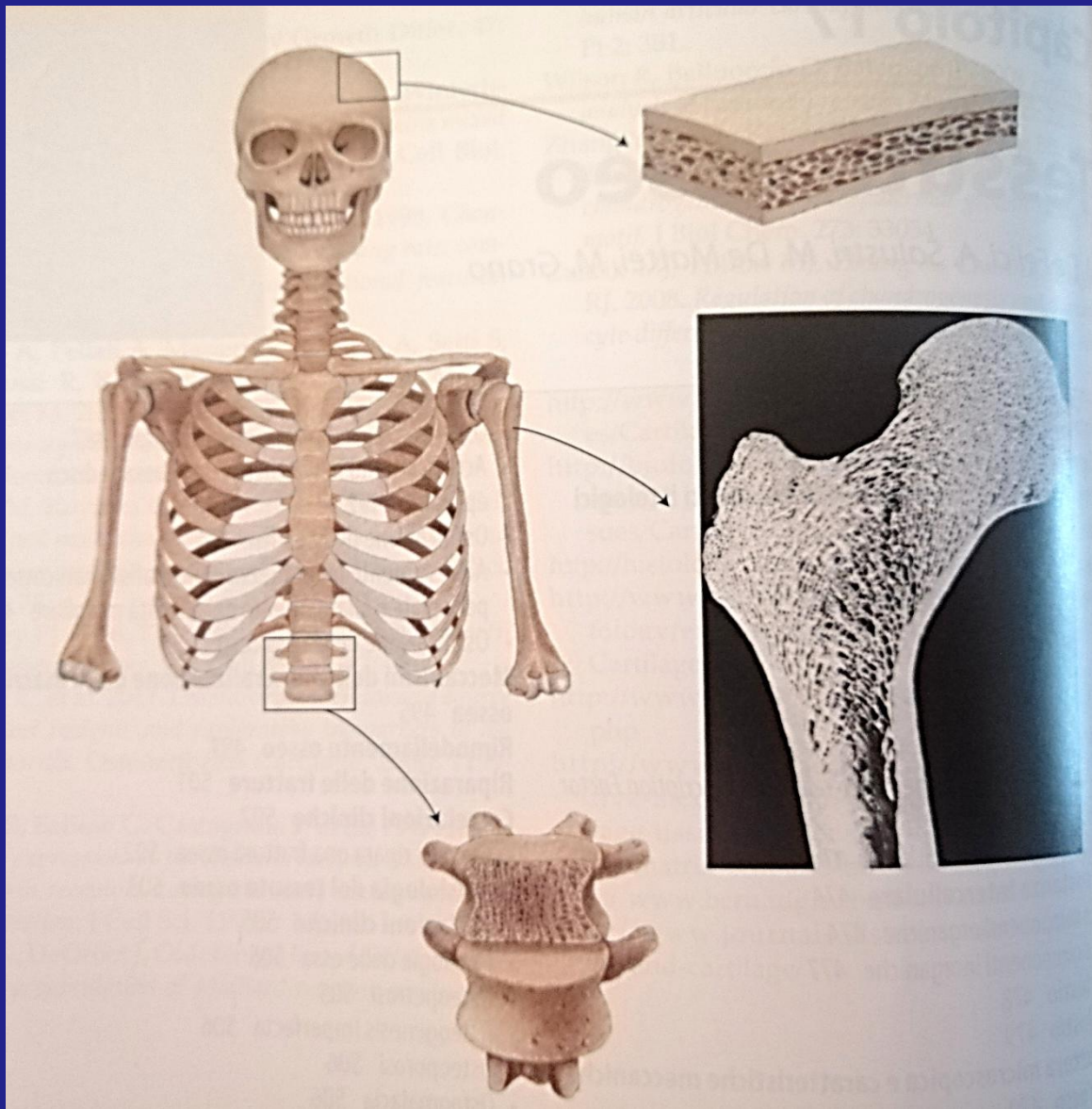
Connettivo specializzato, la cui matrice extracellulare è calcificata ed imprigiona le cellule che l'hanno prodotta.

Duro ma con capacità dinamiche ed è in grado di rinnovarsi, in relazione alle forze che agiscono su di esso.

Rivestito da **Periostio** (connettivo fibroso e cellule osteoprogenitrici)

Cavità centrale, contiene il midollo

(ematopoiesi), **delimitata da Endostio** (cellule osteoprogenitrici e osteoblasti).



La forma delle ossa
permette la suddivisione in

Corte
Lunghe
Piatte

Tale forma si adatta
perfettamente alle funzioni
che esse svolgono nei diversi
distretti scheletrici.

Funzioni dell'osso

- costituisce l'impalcatura interna del corpo
- protegge i visceri
- dà inserzione a muscoli e tendini
- accoglie gli elementi emopoietici del midollo
- è la principale sede di deposito del calcio

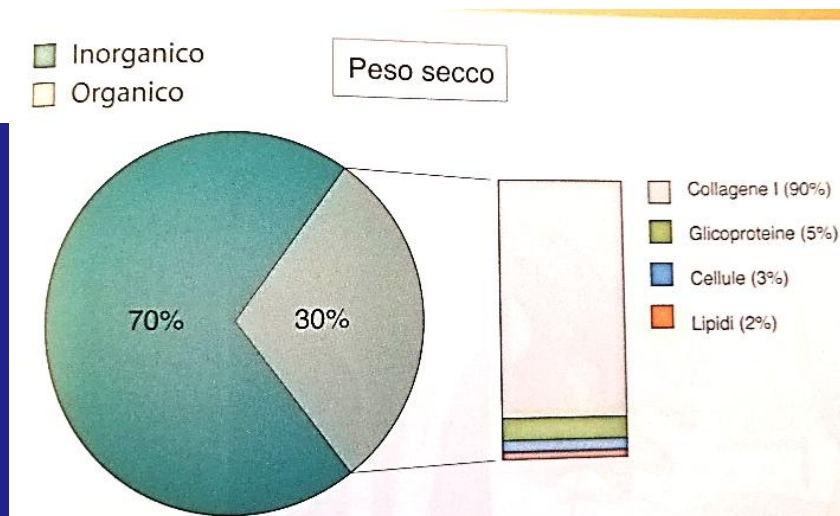
Matrice dell'osso è costituita

Struttura organica 30% peso secco

- cellule
- collagene tipo I
- altre molecole organiche: proteoglicani

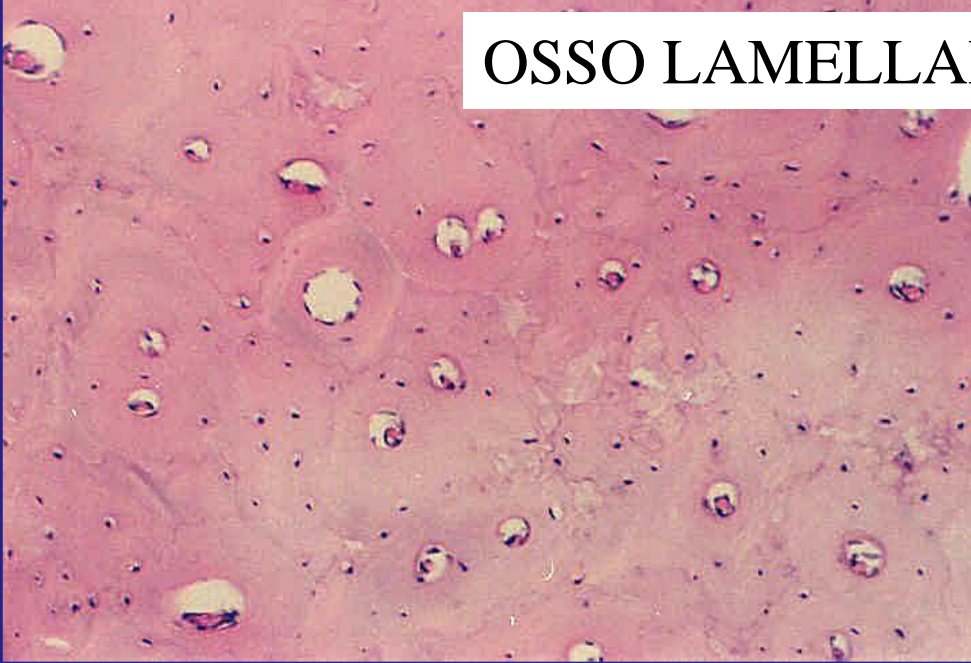
• Struttura inorganica 70% peso secco

- Sali inorganici formano i cristalli di idrossiapatite (carbonati e fosfati di calcio) disposti lungo **fibrille di collagene** conferiscono la durezza dell'osso
- L'osso inoltre accumula minerali e ioni per le funzioni corporee.

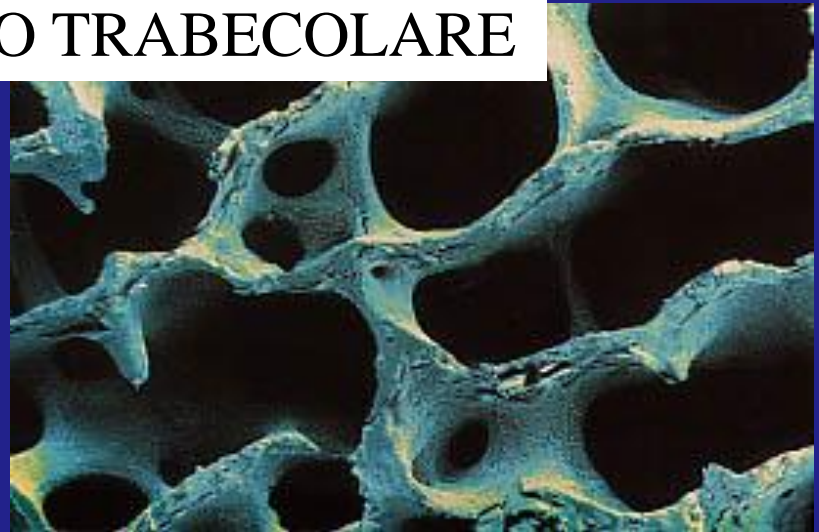
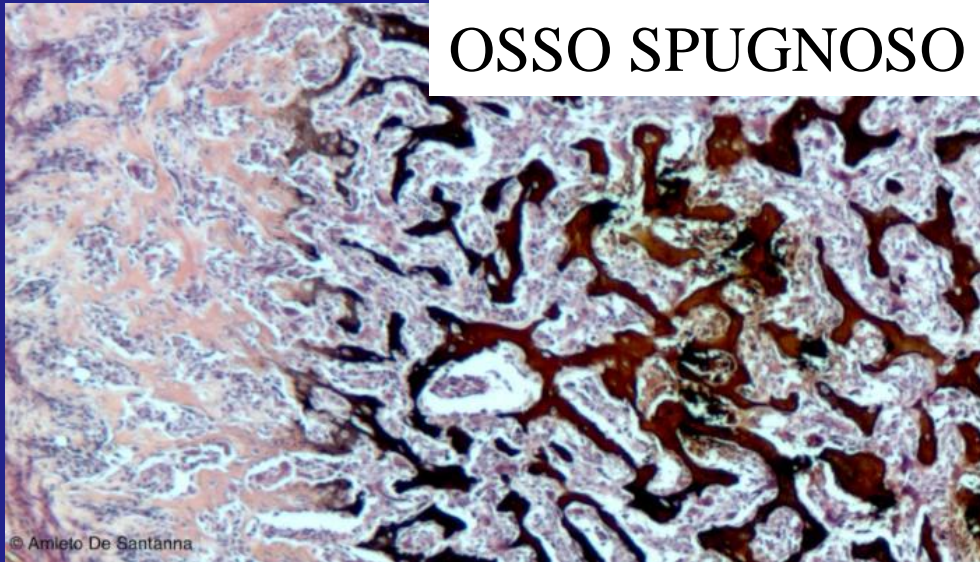


TESSUTO OSSEO

OSSO LAMELLARE O COMPATTO



OSSO SPUGNOSO O TRABECOLARE



Un tipico osso lungo

OSSO SPUGNOSO

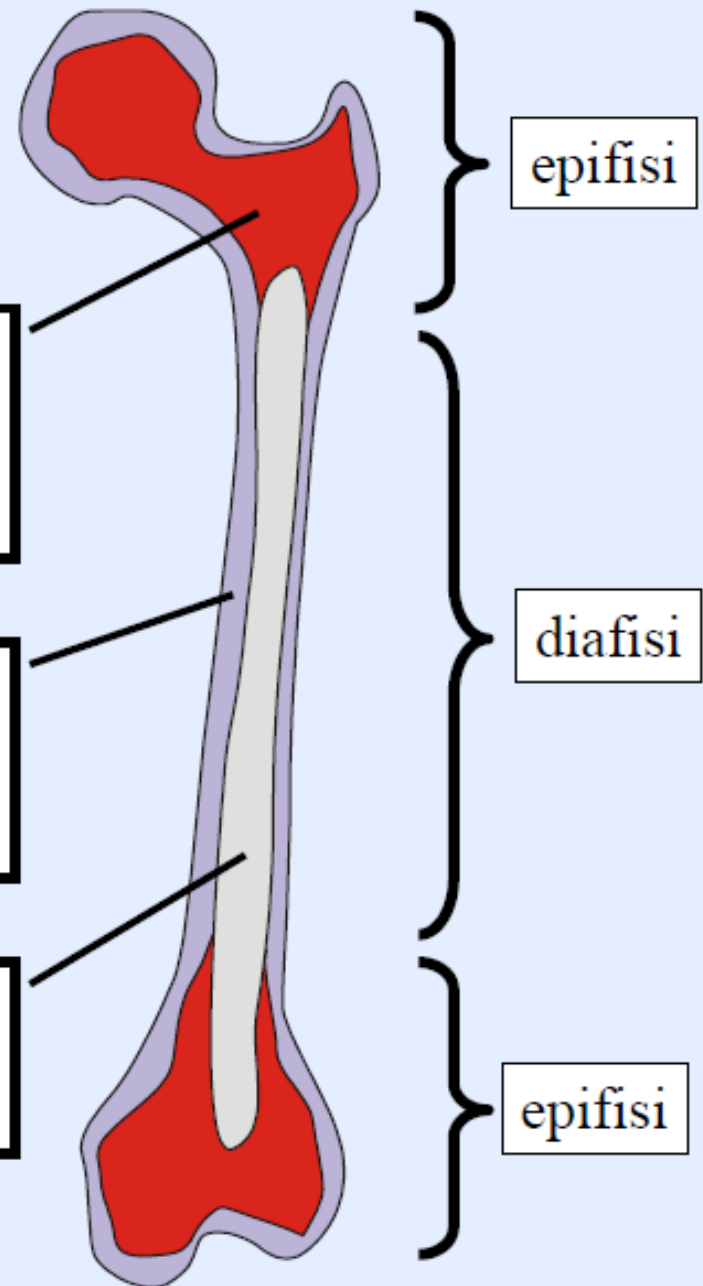
- trabecole o spicole
- cavità midollari (midollo emopoietico)

OSSO COMPATTO

- osteoni
- lamelle interstiziali e circonferenziali

CAVITÀ MIDOLLARE CENTRALE

- tessuto adiposo



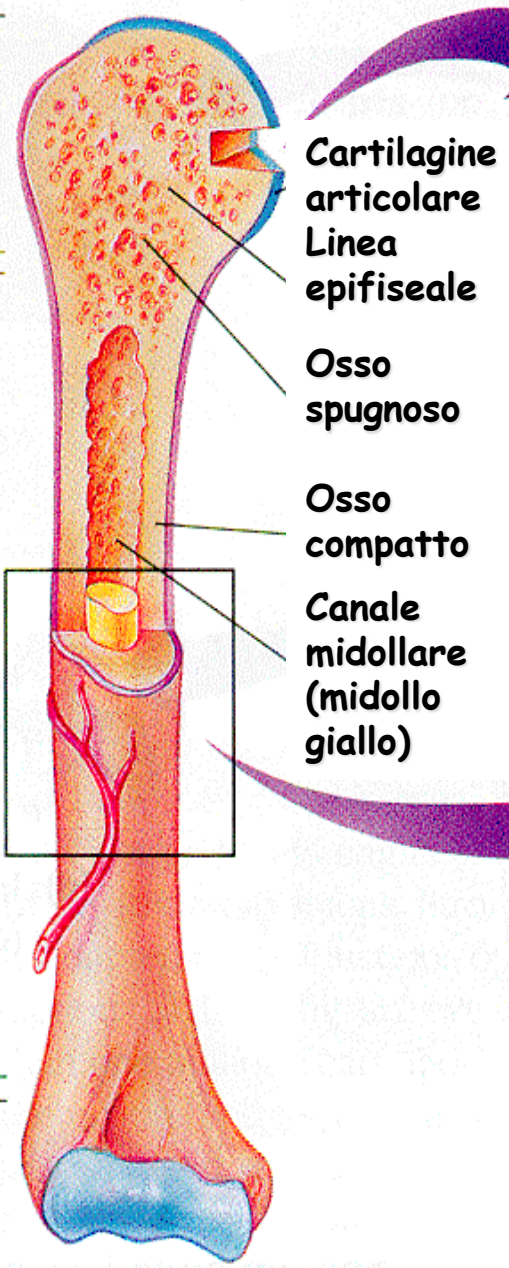
Epifisi Proximale

Metafisi

Diafisi

Metafisi

Epifisi distale

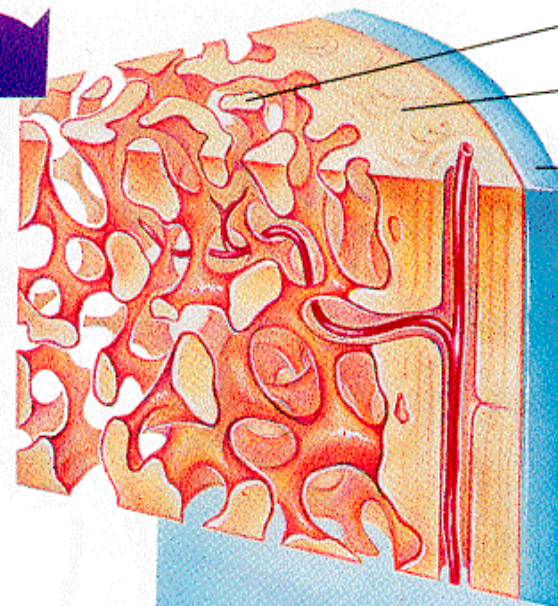


Cartilagine articolare
Linea epifisiale

Osso spugnoso

Osso compatto

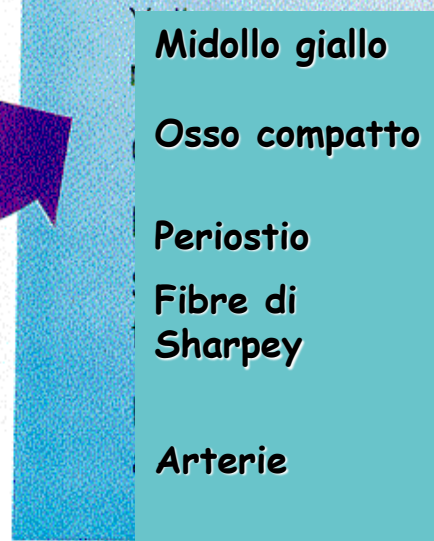
Canale midollare (midollo giallo)



Osso spugnoso

Osso compatto

Cartilagine articolare Talina



Endostio

Midollo giallo

Osso compatto

Periostio

Fibre di Sharpey

Arterie

ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE TESSUTO OSSEO

Tessuto osseo spugnoso

Tessuto osseo compatto
(sezione trasversale)

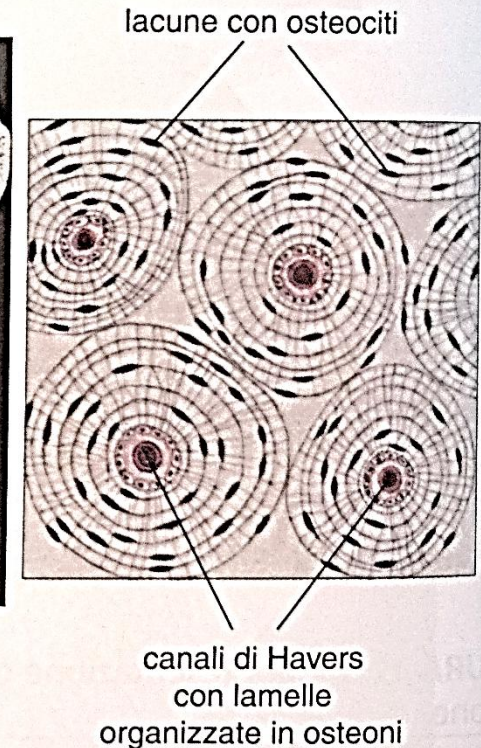
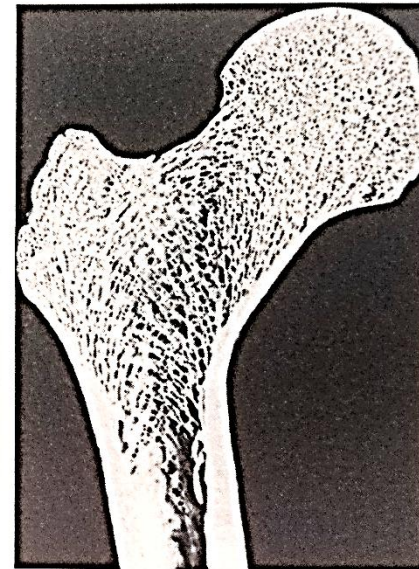
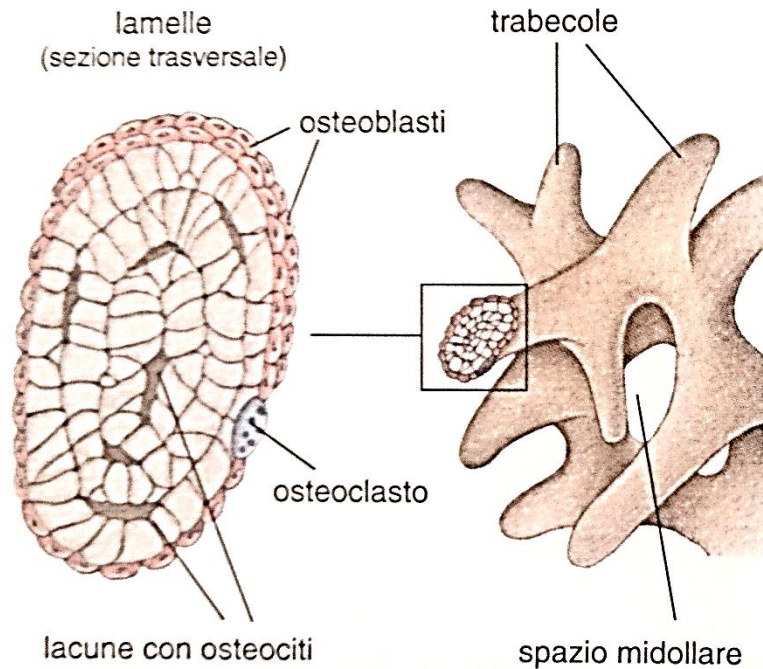


FIGURA 17.4 Organizzazione istologica del tessuto osseo spugnoso e compatto rispettivamente in lamelle trabecolari e in sistemi haversiani.

ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE TESSUTO OSSEO

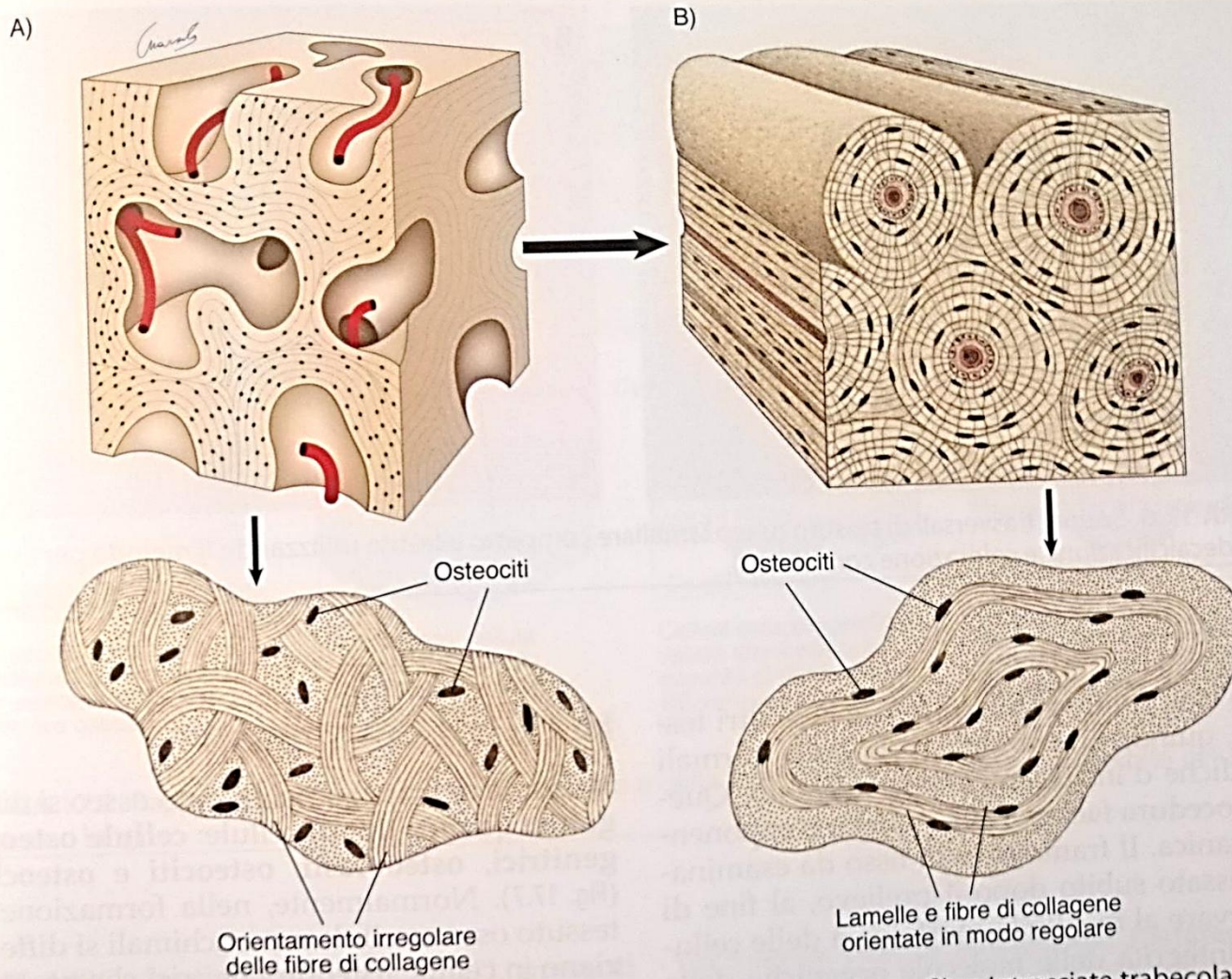


FIGURA 17.5 Rappresentazione schematica del tessuto osseo non lamellare a fibre intrecciate trabecolato (A) tessuto osseo lamellare (B).

componenti del tessuto osseo

come gli altri connettivi:

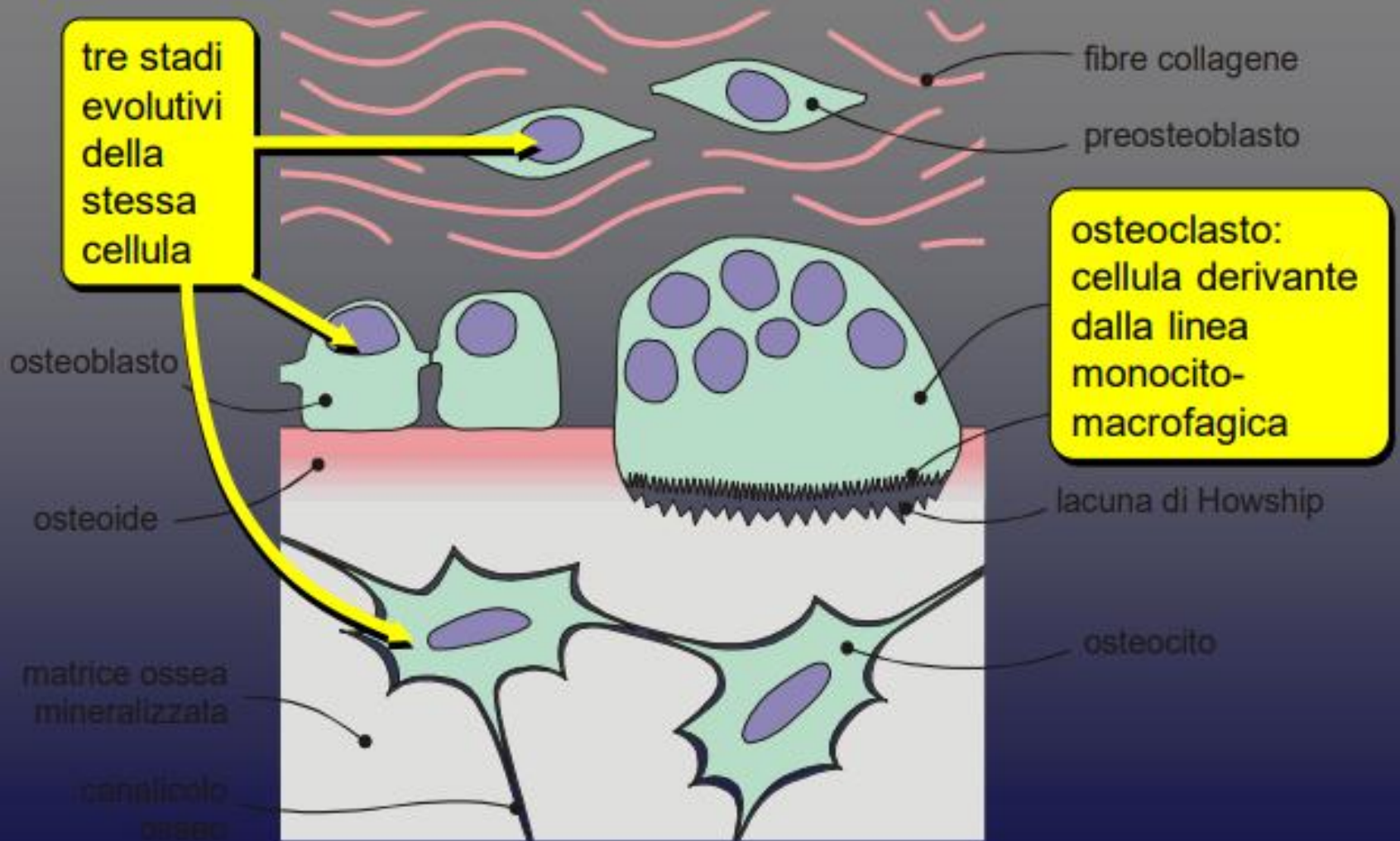
- cellule specializzate
(preosteoblasti, osteoblasti, osteociti, osteoclasti)
- fibre extracellulari
(collagene)
- sostanza o matrice fondamentale
(caratterizzata dal deposito di sali di calcio e dalla carenza di acqua)

Cellule dell'osso

- **Osteoprogenitrici o Preosteoblasti**, derivano dalle mesenchimali embrionali e mantengono la capacità di dividersi;
- **Osteoblasti**, sintetizzano la matrice,
- **Osteociti**, cellule mature dell'osso, derivano dagli osteoblasti;
- **Osteoclasti**, multinucleati, derivano da macrofagi-granulociti, agiscono nel riassorbimento.

- cellule specializzate

(preosteoblasti, osteoblasti, osteociti, osteoclasti)



Cellule dell'Osso: localizzazione

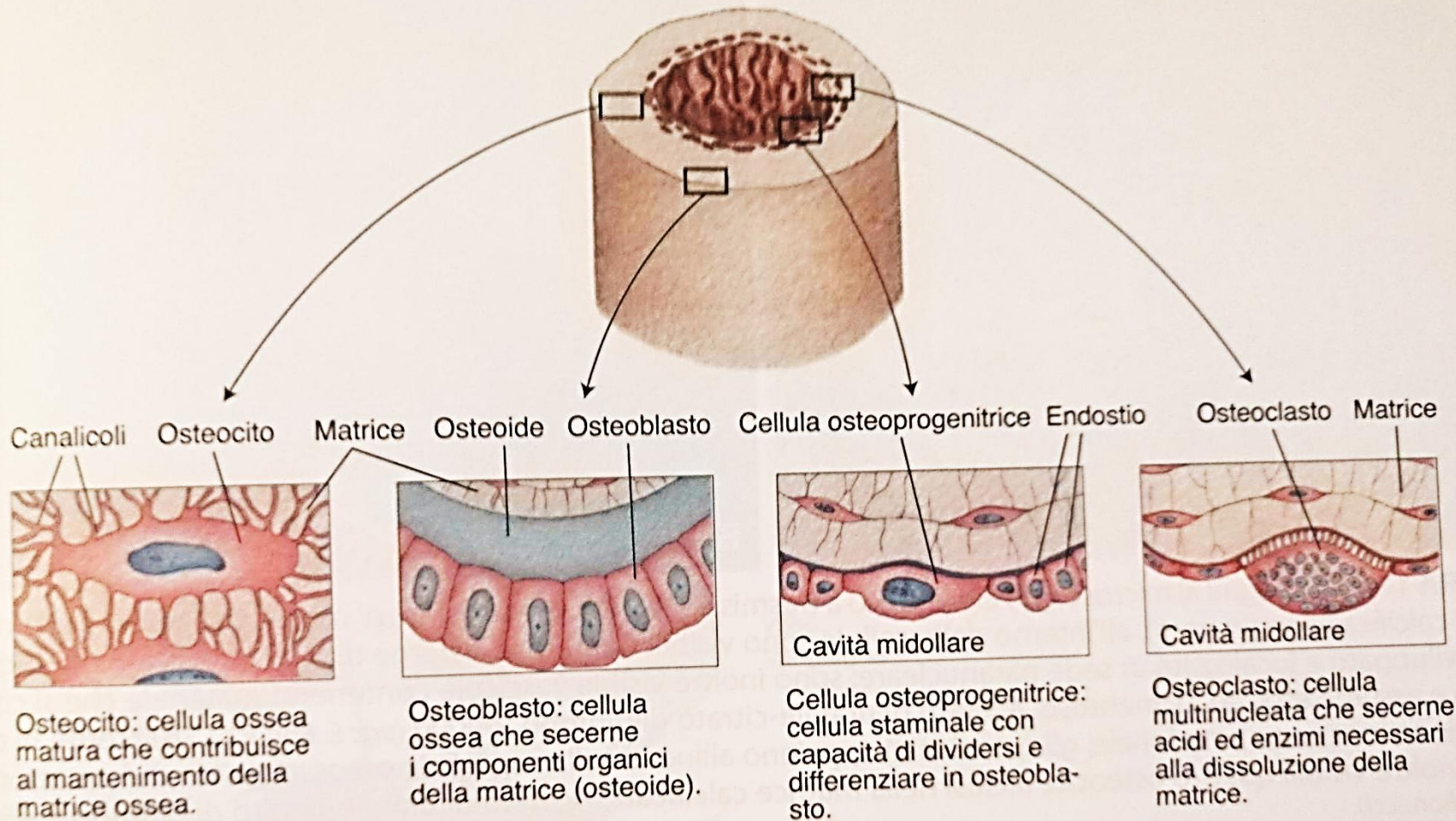


FIGURA 17.7 Rappresentazione delle cellule dell'osso e della loro prevalente posizione nell'ambito della parte di un osso lungo.

Osteoprogenitrici

- Strato interno del **Periostio**, superficie interna **canale di Havers** e nell'**endostio**.
- Derivano dal mesenchima, vanno in mitosi e possono differenziare in osteoblasti.

- **Funzione:**

- Nelle regioni vascolarizzate danno origine agli osteoblasti.
- Nelle regioni **NON** vascolarizzate danno origine ai condroblasti.
- Molto attive nell'accrescimento.

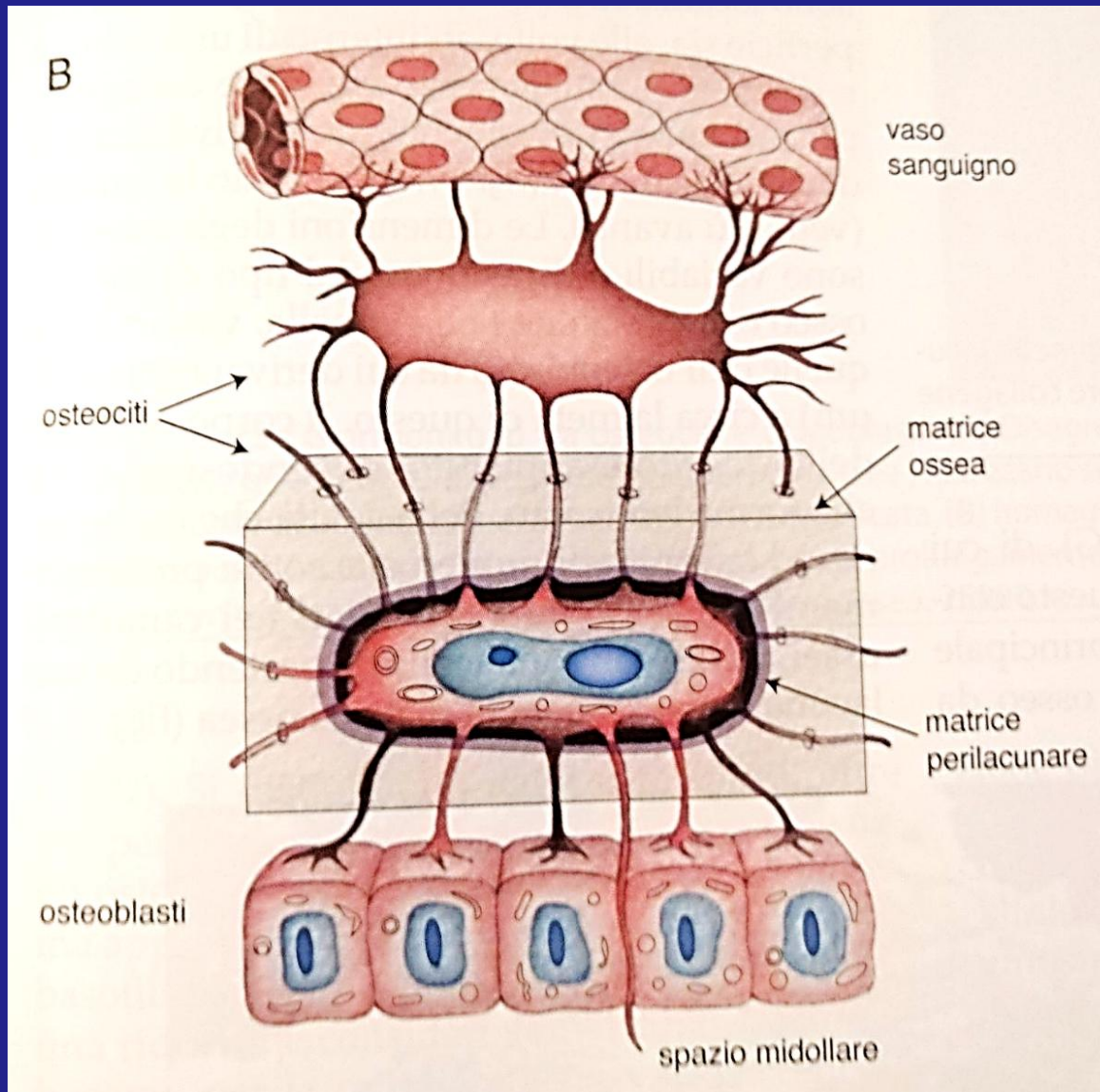
Osteoblasti

Sintetizzano e secernono i costituenti organici della matrice ossea

- **Cellule larghe, derivano dalle osteoprogenitrici.**
- **Superficiali, lamine cubiche o cilindriche.**
- **Nucleo eccentrico, opposto ai granuli di secrezione.**
- **RER molto sviluppato, Golgi evidente e granuli secrezione.**
- **Processi citoplasmatici contatto cellule vicine (gap-junctions).**



Osteoblasti



- **Matrice ossea prodotta circonda le cellule (*osteociti*) che vengono inglobate in una *lacuna***
- **Osteoblasti ed osteociti circondati da strato non calcificato, *osteoid*.**

Deposizione di matrice ossea da parte degli osteoblasti

Cellula osteoprogenitrice
(precursore dell'osteoblasto)

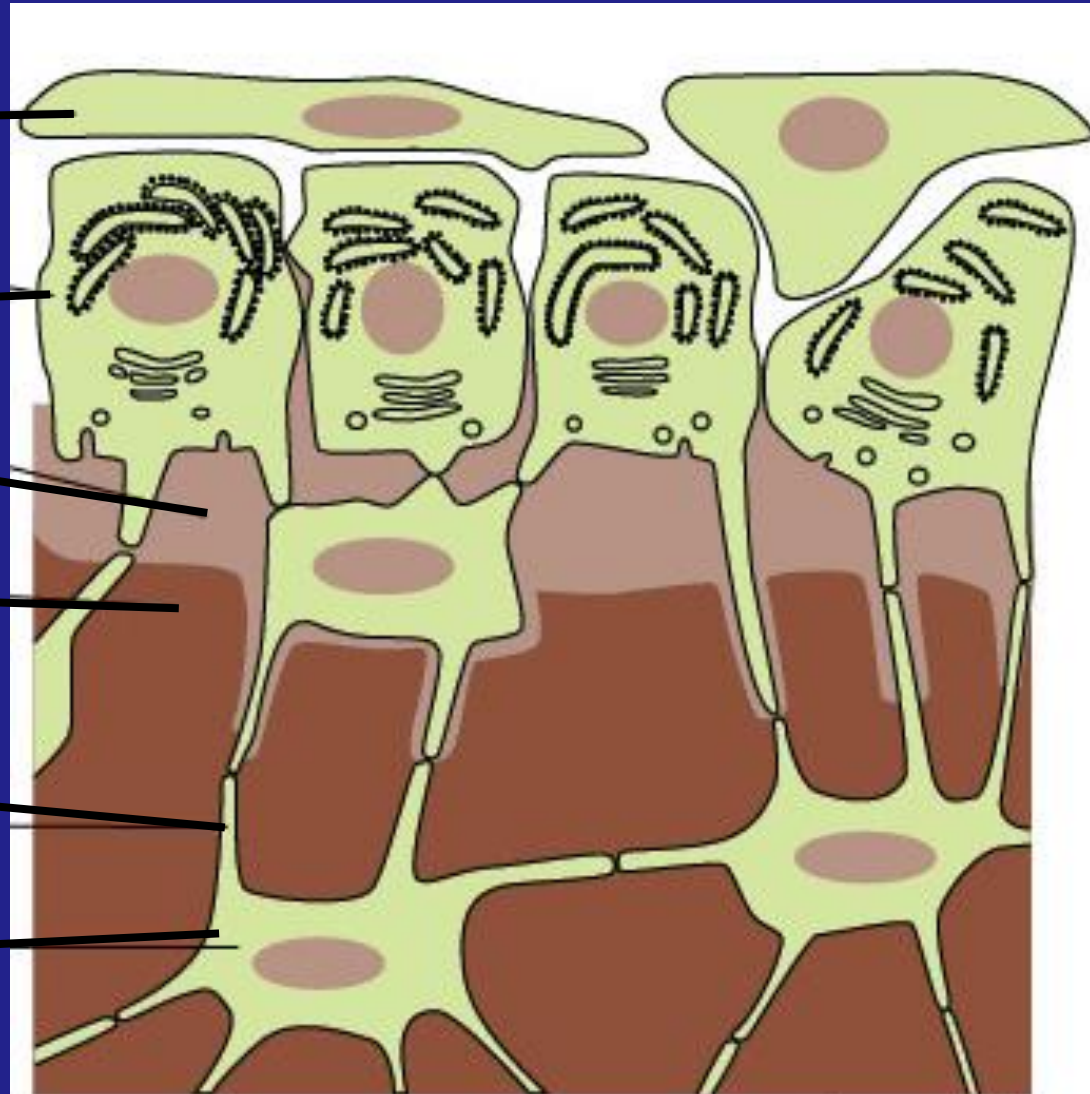
Osteoblasto

Osteoide (matrice ossea non
calcificata)

Matrice ossea calcificata

Canalicoli con processi cellulari

Osteocita

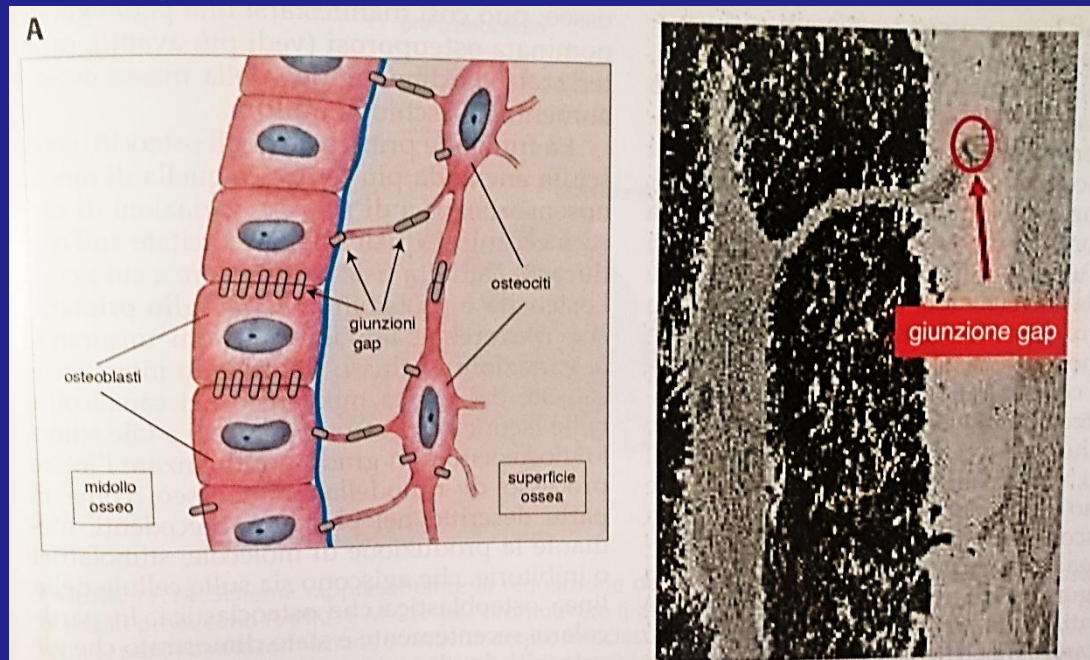


10 μm

Osteociti

cellule mature, 20-30.000 per mm³

- Più piccoli e meno basofili degli osteoblasti, adattano la forma alla lacuna.
- Nucleo appiattito, pochi organuli, scarso RER e Golgi piccolo.
- Possiedono processi citoplasmatici inter-connettenti nei *canalicoli*, gap-junction.



Osteociti

- **Funzione:**

- Appaiono cellule quiescenti ma possono secernere sostanze che mantengono la matrice ossea in buono stato.
- Rilascio di ioni calcio dalla matrice ossea quando la richiesta corporea aumenta.
- Facilitano attività di preosteoblasti nel rimodellamento dello scheletro

Osteoclasti

- **Origine:**

- Derivano da progenitori macrofagici-monocitari nel midollo osseo, in seguito alla stimolazione di fattori specifici
- Cellule giganti di 20-100 μm , polinucleate

- **Funzione:**

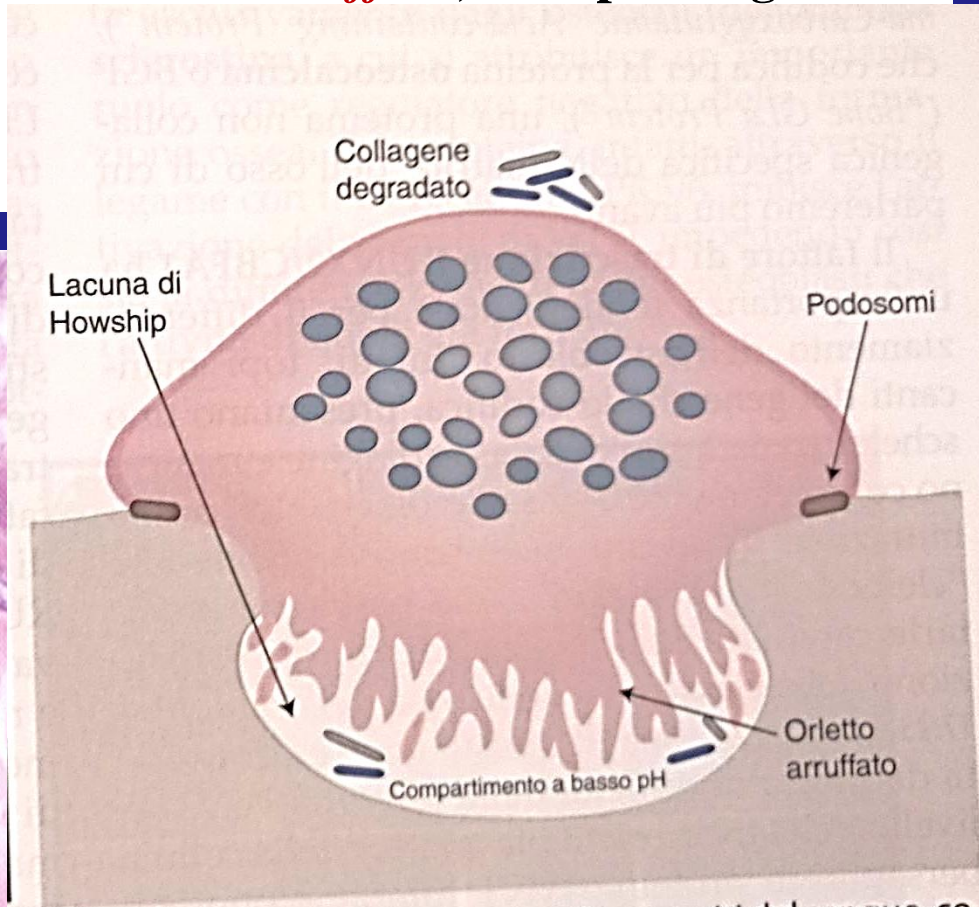
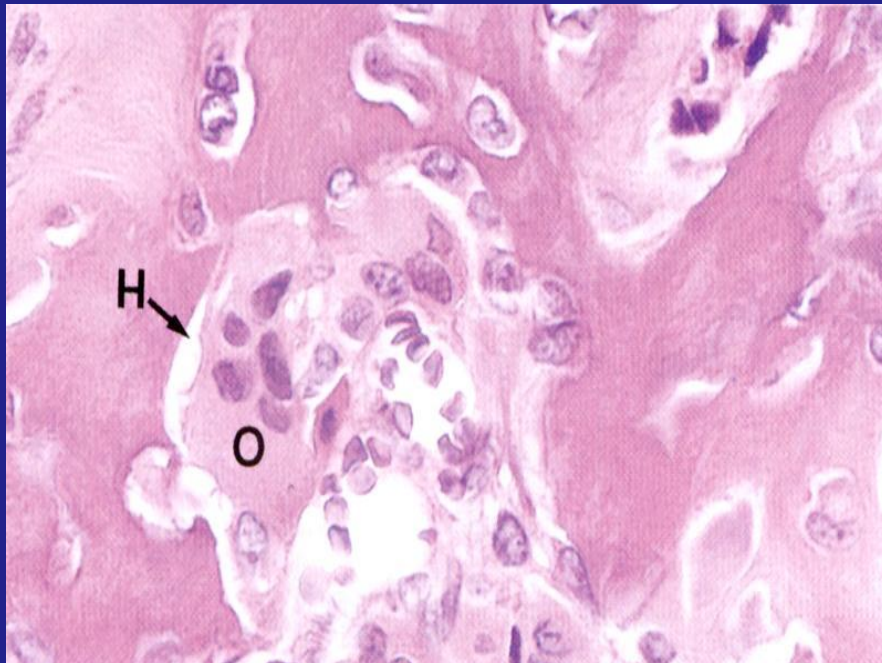
- Si muovono sulla superficie dell'osso.
- Riassorbono la matrice ossea, *ormone paratiroideo e calcitonina*.
- Decalcificazione, digestione, assorbimento dei materiali digeriti.

Osteoclasti

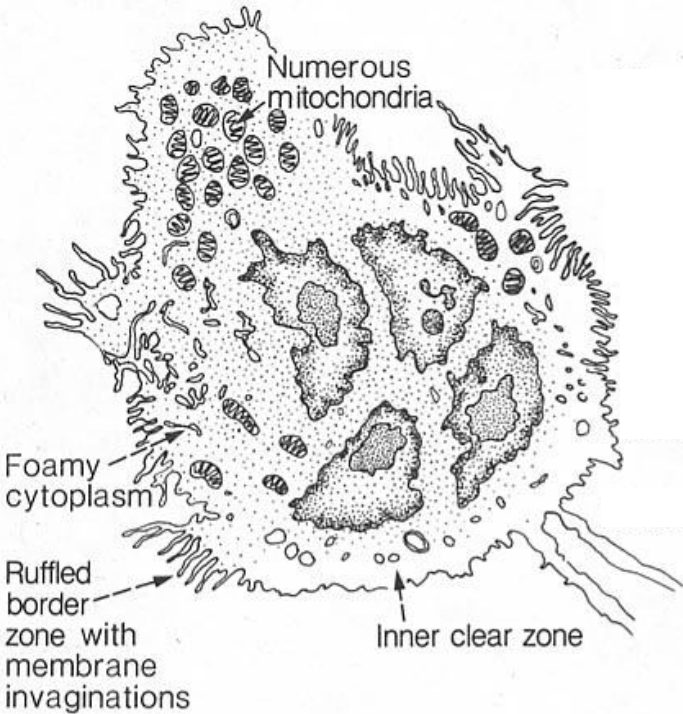
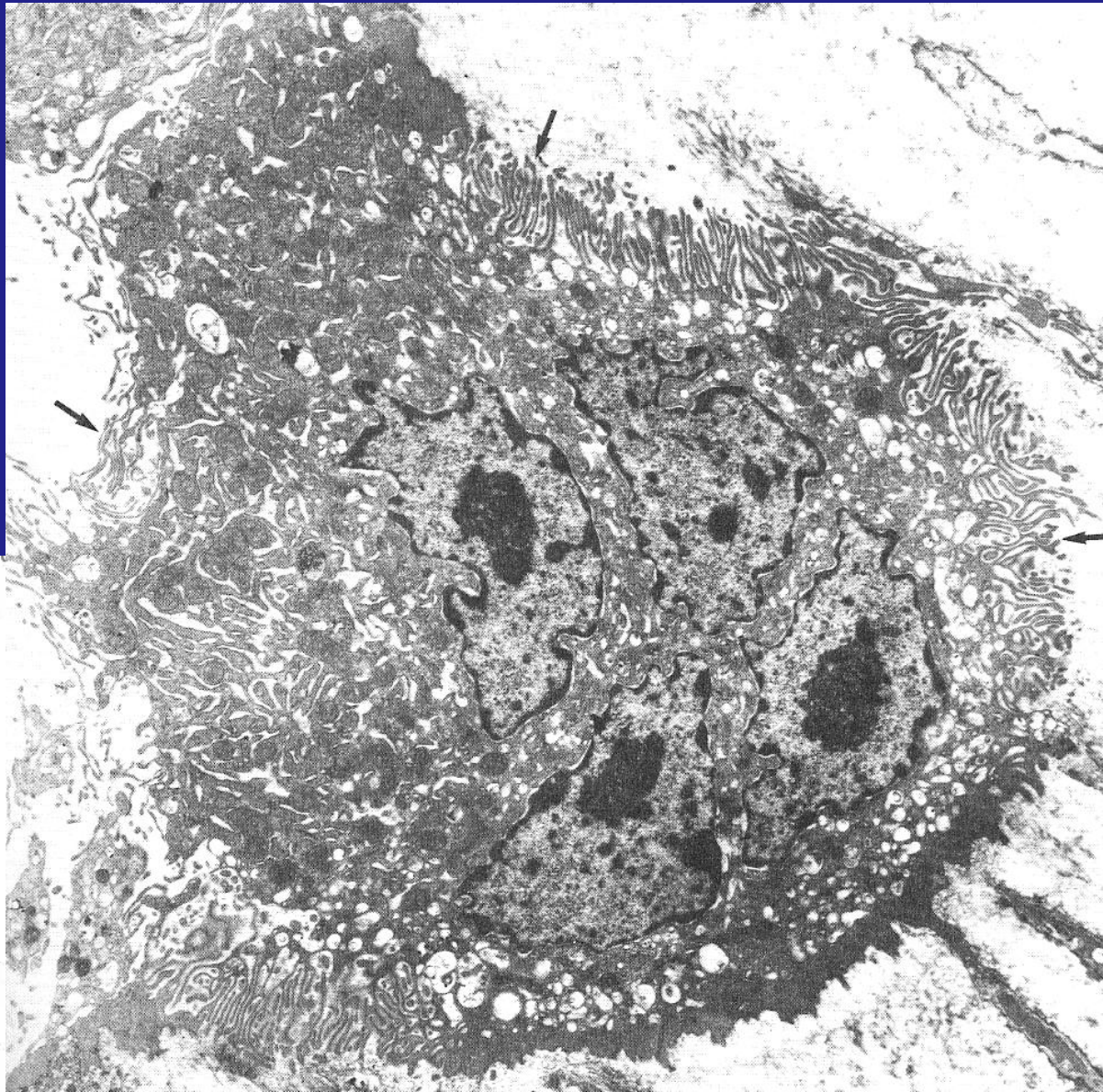
Accolti in fossette scavate sulla superficie della trabecola ossea o nella diafisi dette **Lacune di Howship** che si formano in seguito alla loro stessa attività erosiva dovuta alla presenza di enzimi lisosomiali fortemente acidi tra cui la fosfatasi acida tartrato resistente (TRAP).

La zona a contatto con l'osso presenta **l'orletto arruffato**, esili prolungamenti citoplasmatici di forma clavata

Loro azione anomala → Osteoporosi



Osteoclasts al TEM



Sostanza intercellulare o Matrice dell'Osso

Componente organica

Tabella 17.1 Componenti della matrice extracellulare organica dell'osso

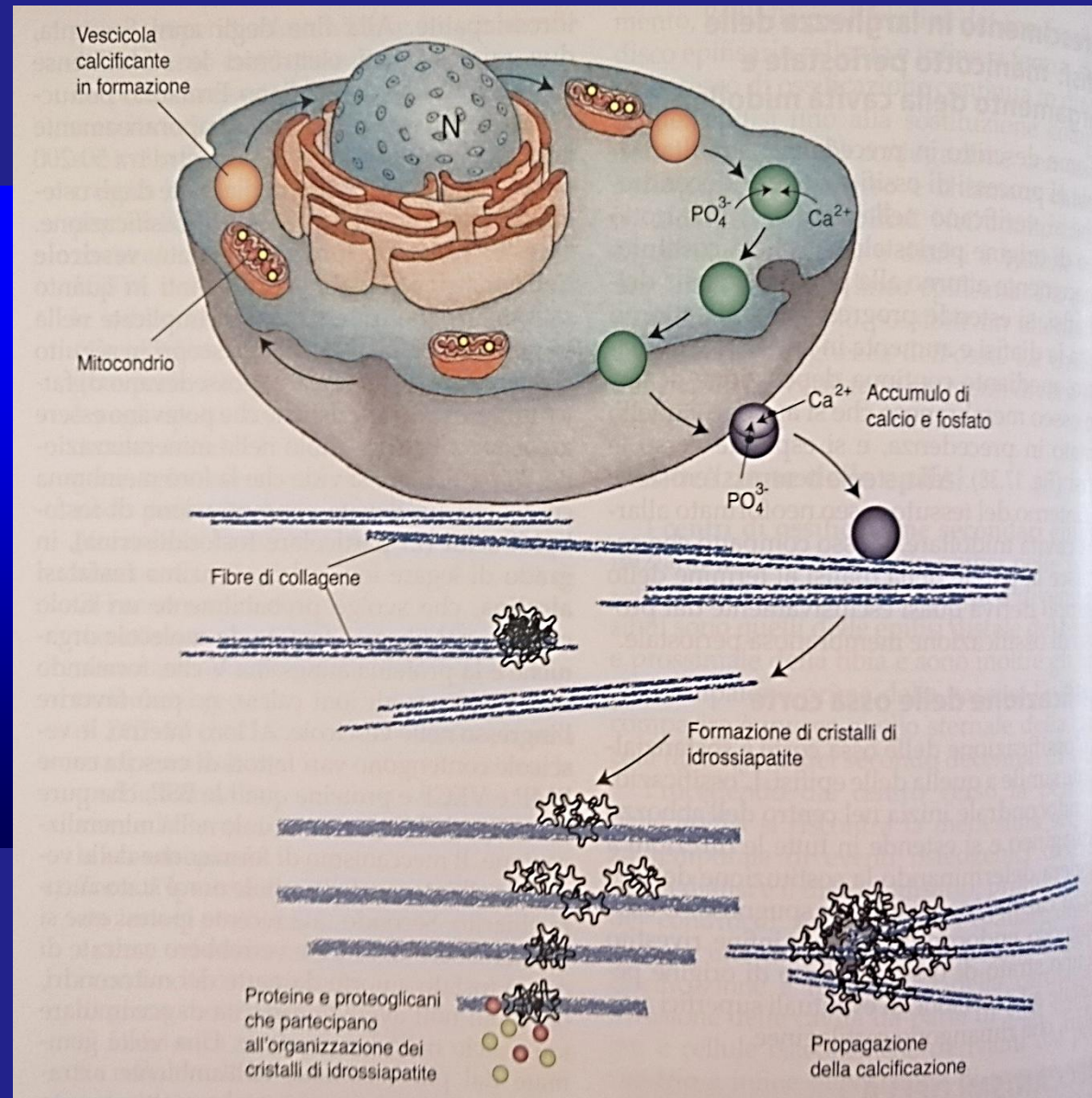
Famiglia molecolare	Proteina specifica	Funzione
Collageno	Tipo I	Forma fibrille che danno flessibilità e resistenza all'osso e supporto ai cristalli
	Tipo V	Regola il diametro delle fibrille
	FACIT	Legano le fibrille ad altre componenti di matrice
Proteoglicani	Decorina	Favorisce la fibrillogenesi Regola l'attività dei fattori di crescita della famiglia del TGF β
	Biglicano	Regola l'attività dei fattori di crescita della famiglia del TGF β
Glicoproteine	Osteonectina	Promuove la maturazione del procollagene e la formazione di fibrille
Proteine di adesione	Fibronectina	Promuove l'adesione degli osteoblasti
	BSP-2	Favorisce l'adesione degli osteoblasti Promuove la mineralizzazione
	Osteopontina (BSP-1)	Favorisce l'adesione e la polarizzazione degli osteoclasti Inibisce la mineralizzazione
Proteine carbossilate	Proteina Gla della matrice	Inibisce la mineralizzazione
	Osteocalcina	Inibisce la mineralizzazione Forma ponti molecolari tra i cristalli aumentando la resistenza alle microfratture Ha una funzione endocrina su diversi organi

Sostanza intercellulare o Matrice dell'Osso

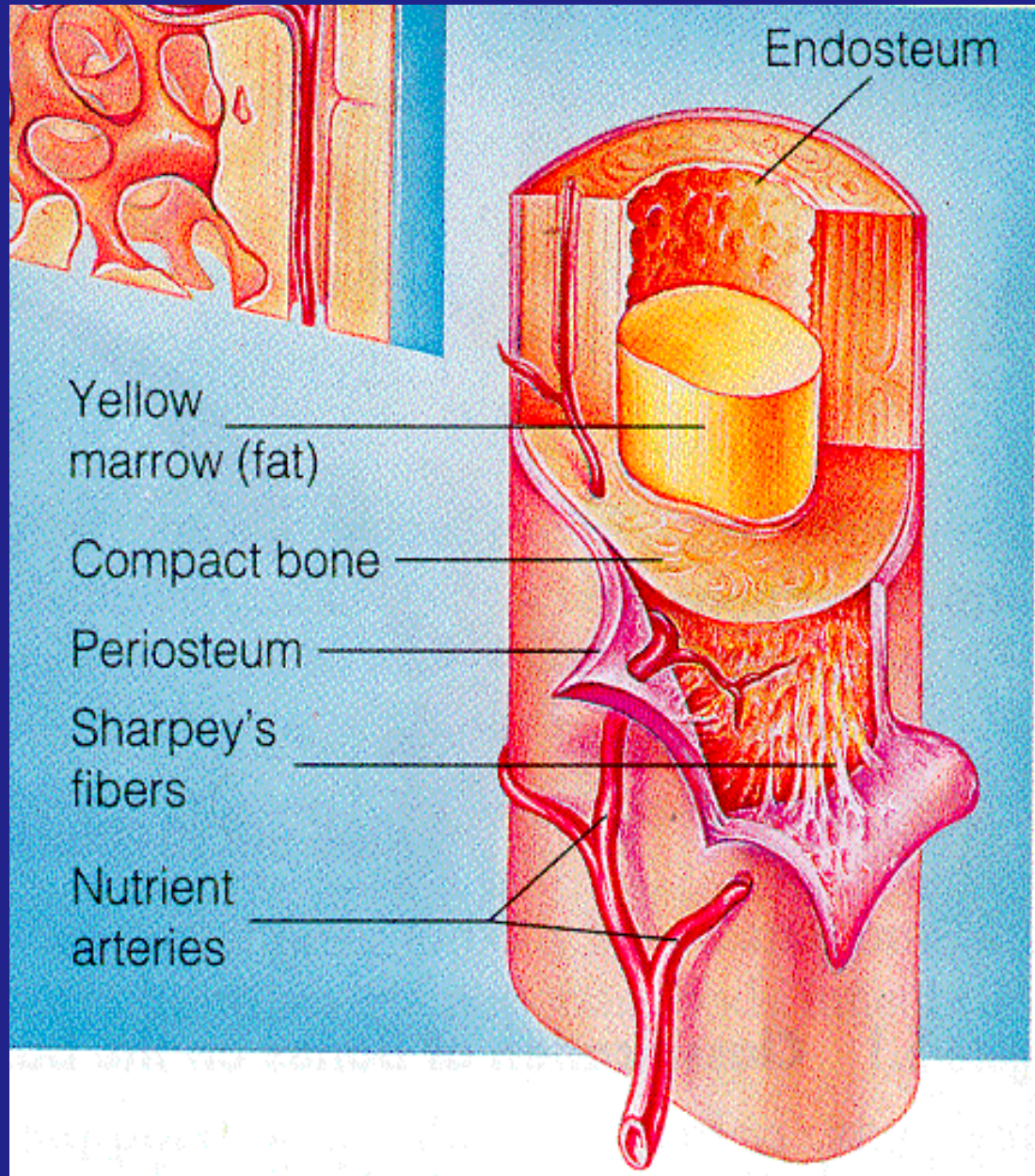
Componenti inorganiche: mineralizzazione ossea

mineralizzazione dell'osso

- in seguito alla secrezione di osteoide da parte degli osteoblasti ha luogo la deposizione di **cristalli di idrossiapatite**, regolarmente allineati fra le fibre collagene
- la matrice calcificata conferisce durezza all'osso

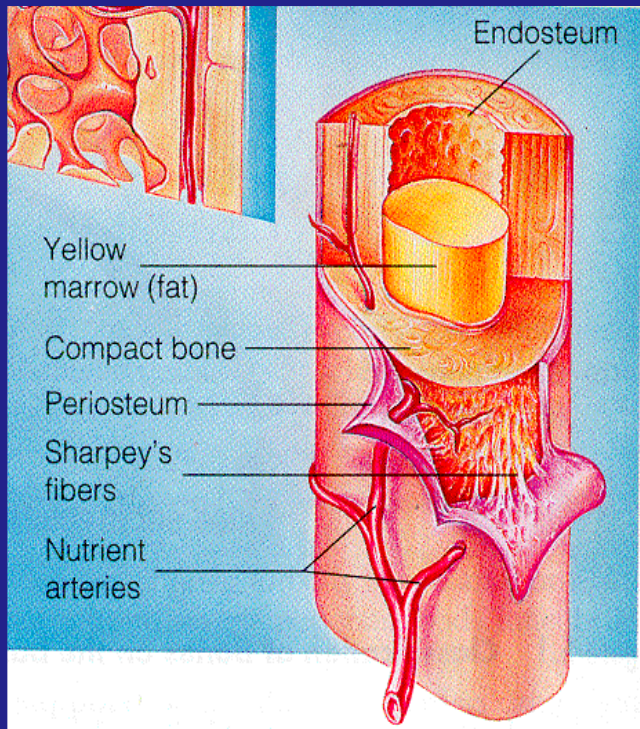


Rivestimenti dell'Osso



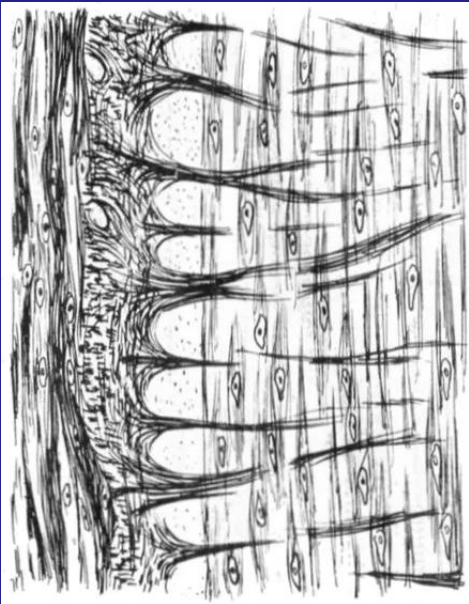
Endostio

Periostio



Periostio

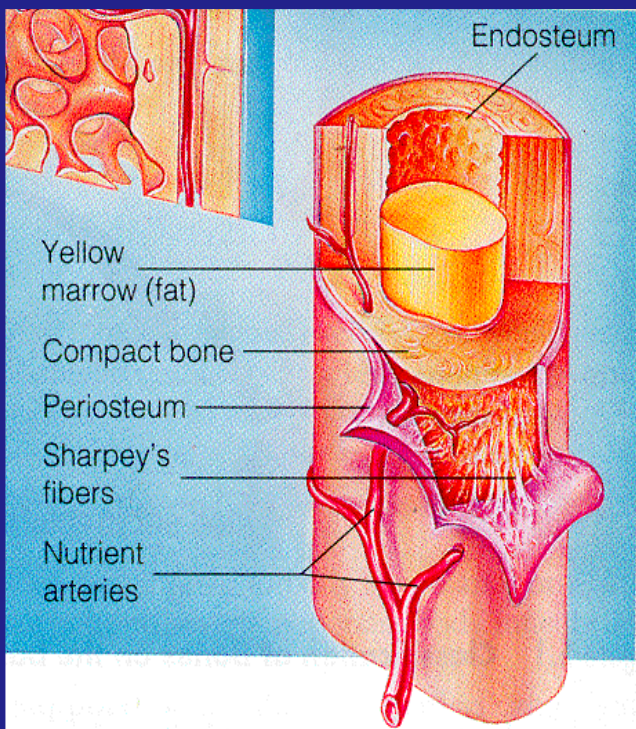
- le ossa sono rivestite da una membrana connettivale riccamente vascolarizzata
- assente sulle superfici articolari e sulle zone d'inserzione di tendini e legamenti
- durante lo sviluppo e nel corso della riparazione di fratture, la superficie interna, a contatto con l'osso, si riveste di uno *strato epitelioid*e di *osteoblasti* proliferanti e con proprietà osteogeniche
- nell'adulto, e in assenza di lesioni, gli osteoblasti diventano quiescenti



Fibre di Sharpey: grosse fibre collagene che penetrano perpendicolarmente o obliquamente dal Periostio e assicurano l'ancoraggio all'Osso

Endostio

- sottile strato cellulare
- contiene c. epiteliali, osteoblasti, preosteoblasti, osteoclasti
- riveste le trabecole dell'osso spugnoso, le cavità midollari, i canali di Havers e i canali di Volkmann



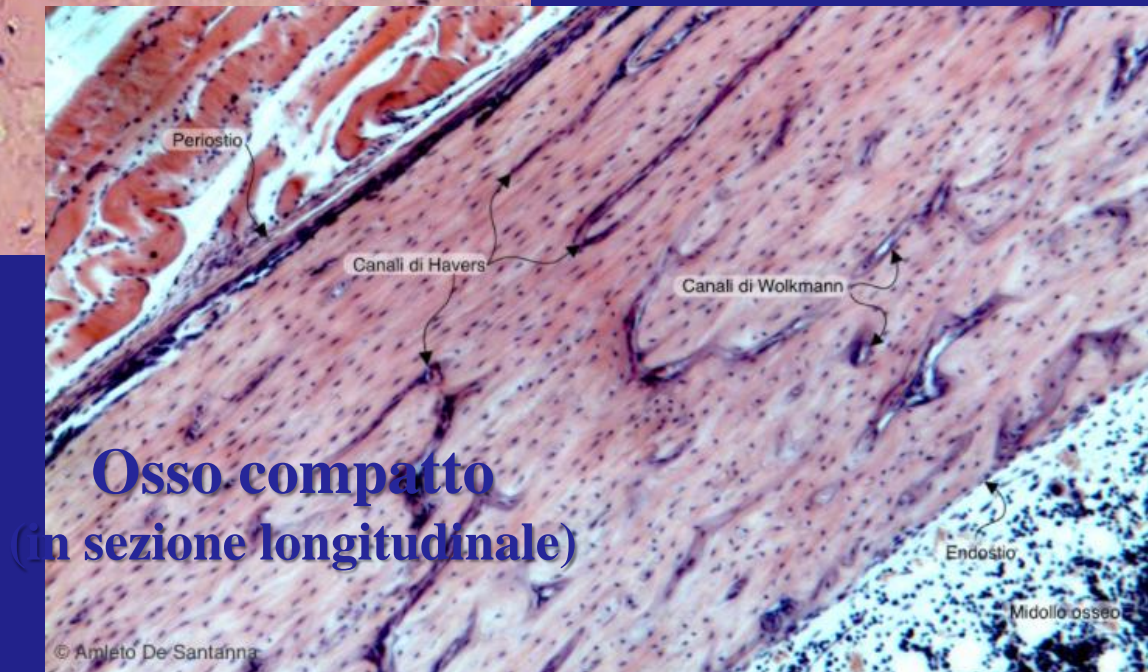
Per l'intero arco della vita le cellule dell'Endostio mantengono la capacità di contribuire ai processi riparativi dell'Osso

OSSO LAMELLARE O COMPATTO

osso compatto (in sezione trasversale)

il tessuto appare suddiviso in settori più o meno regolari caratterizzati dalla presenza di un ampio canale centrale

sono visibili:
cellule dell'osso (osteociti)
accolte all'interno di lacune
scavate nell'abbondante
matrice extracellulare solida



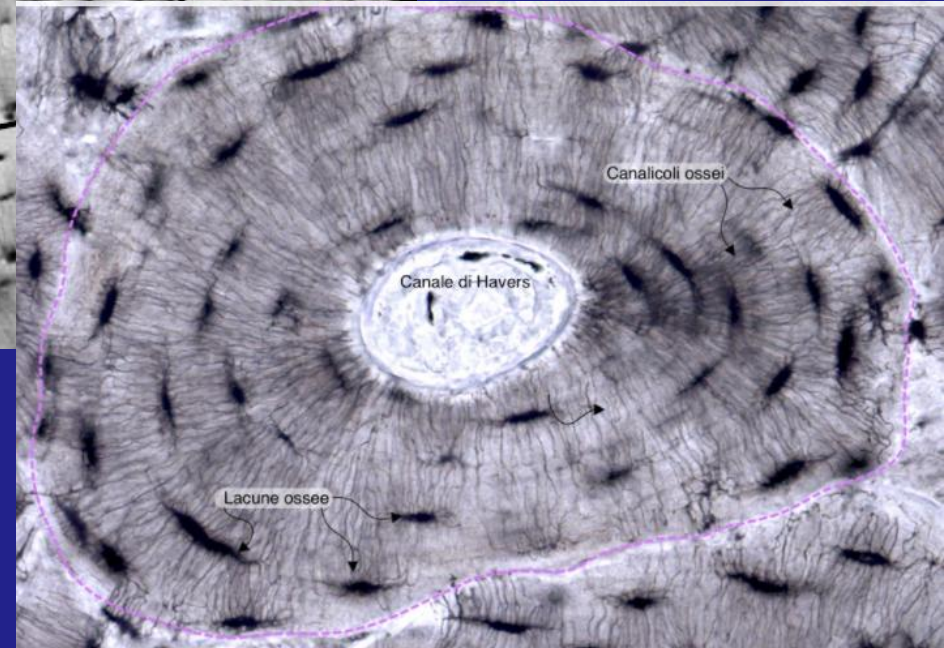
OSTEONE = Unità strutturale del T. Osseo Compatto

organizzazione dell'osso compatto

5-20 lamelle di matrice mineralizzata si dispongono concentricamente a formare delle strutture cilindriche, **OSTEONI**

la presenza di settori di tessuto organizzati intorno a un canale centrale, i cosiddetti osteoni, è più evidente in questo preparato; gli osteoni si sviluppano in senso longitudinale in forma di manicotto

OSTEONE: al centro si trova il *Canale di Havers* attraversato da vasi e nervi. Si dicono perciò anche **Sistemi Haversiani**



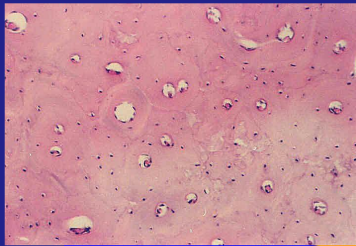
osteone e lamelle



in questo preparato è messa in evidenza la struttura a lamelle concentriche dell'osteone;

le lamelle ossee (3-7 μm di spessore) rappresentano l'unità strutturale del tessuto osseo nell'adulto

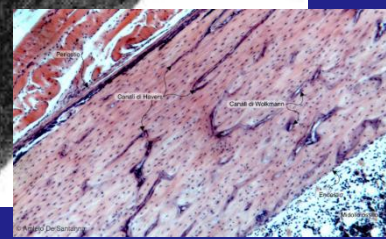
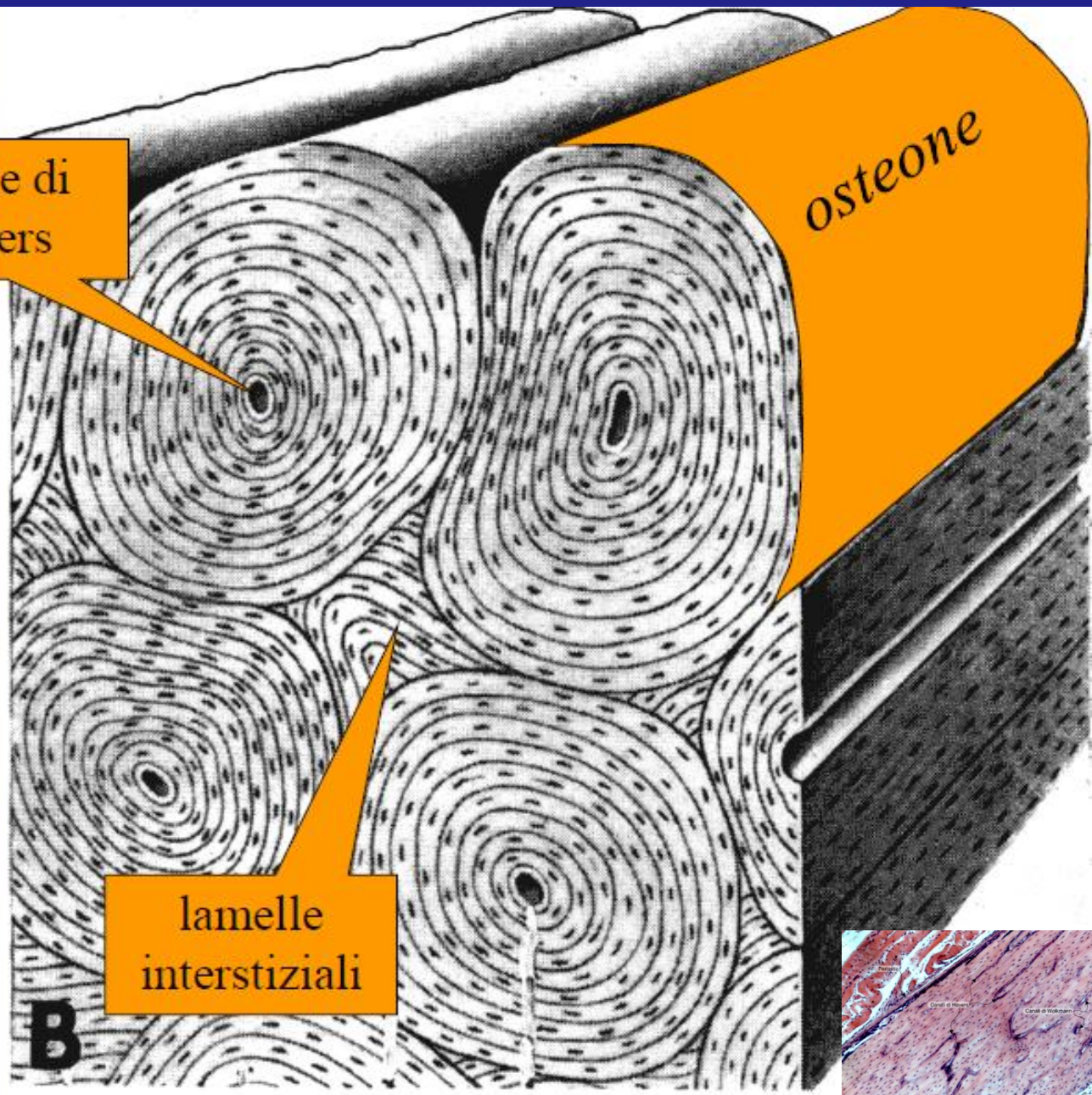
OSTEONE e lamelle interstiziali



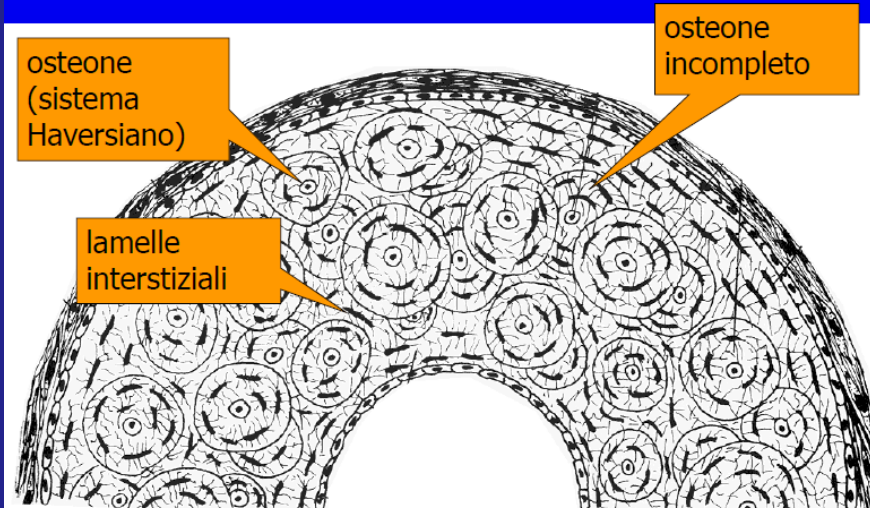
canale di Havers

lamelle interstiziali

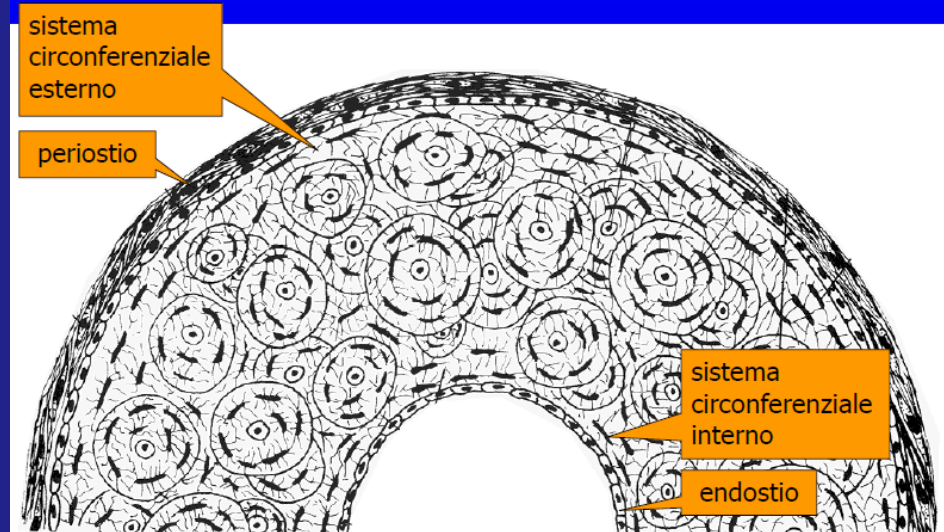
osteone



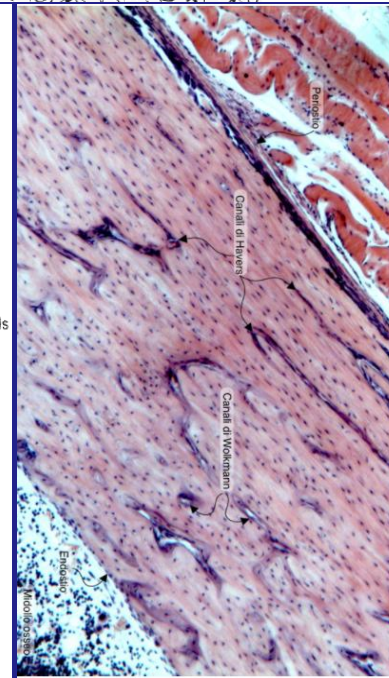
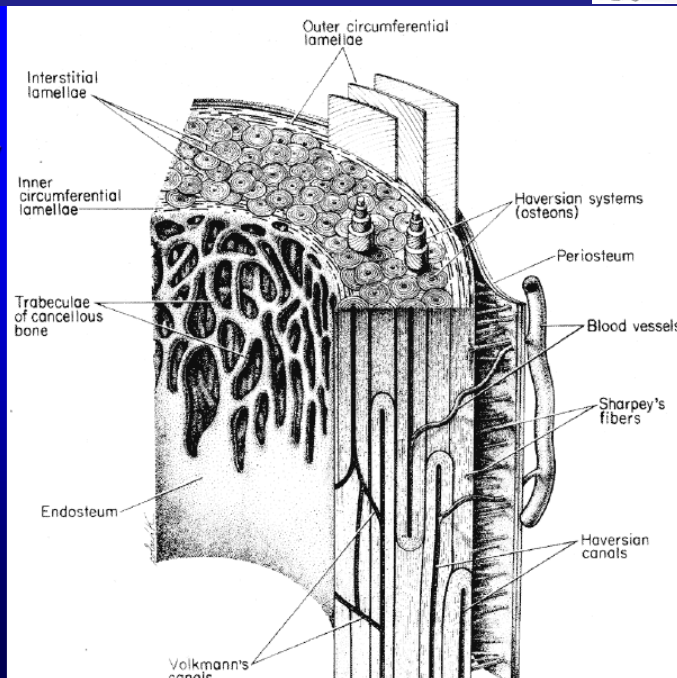
sistemi Haversiani (osteoni) e lamelle interstiziali

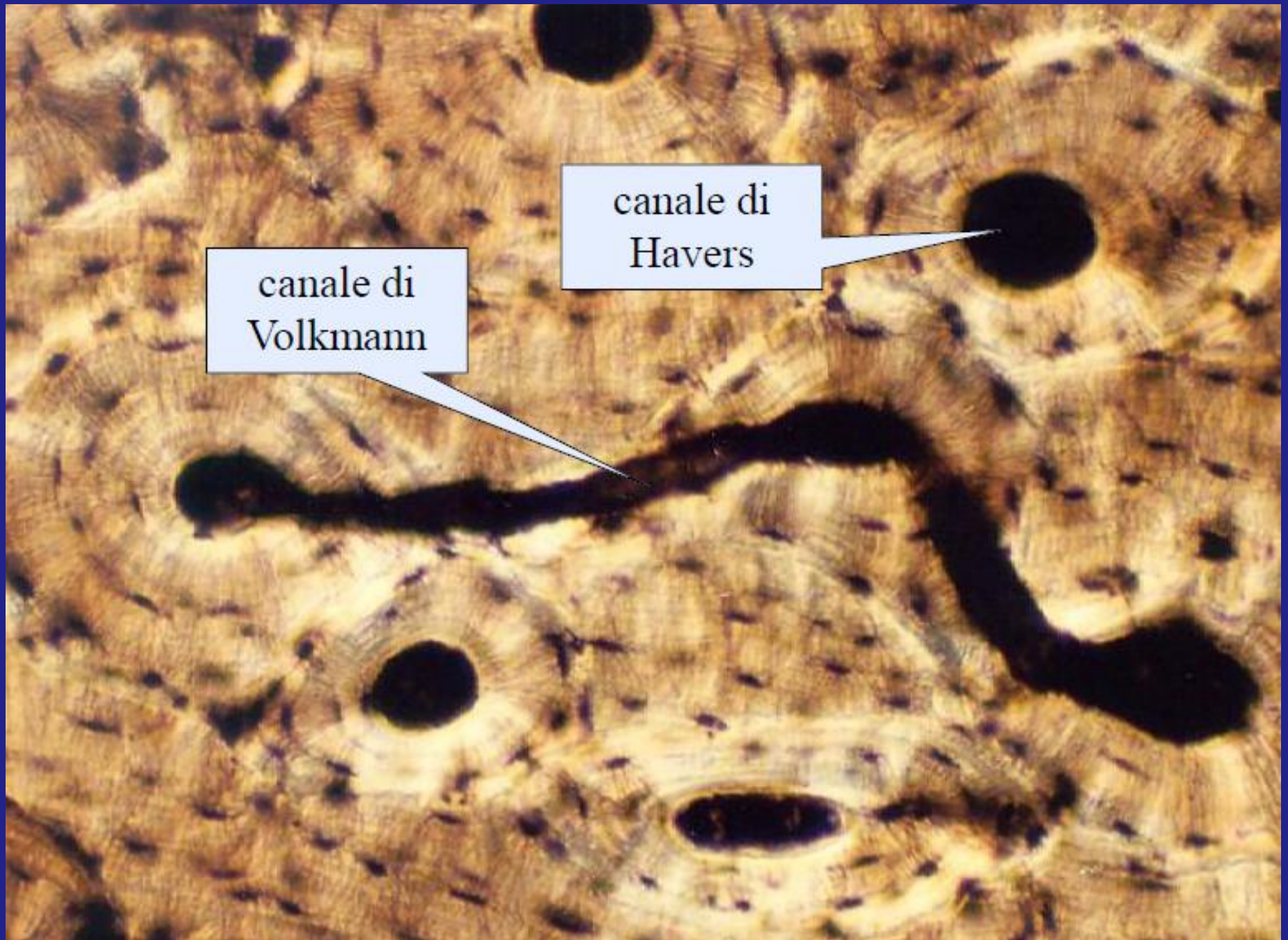


sistemi circolferenziali; involucri dell'osso



osteoni, sistemi interstiziali, sistemi circolferenziali interno ed esterno

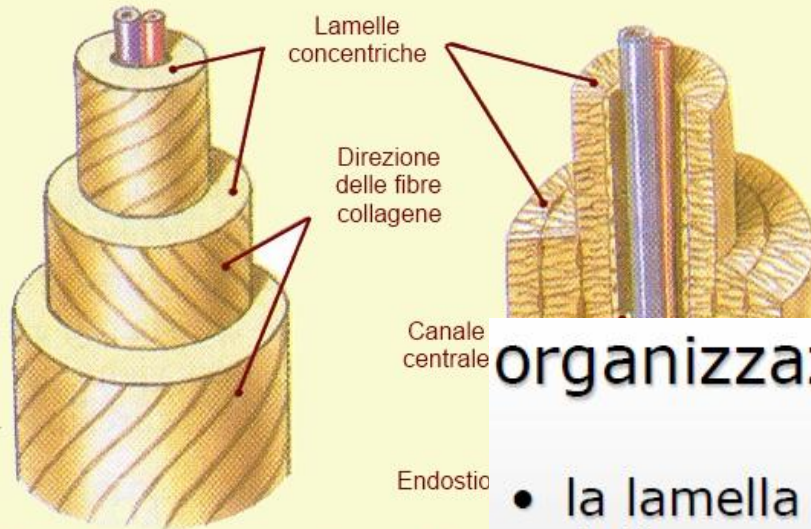




canale di
Volkmann

canale di
Havers

OSTEONE

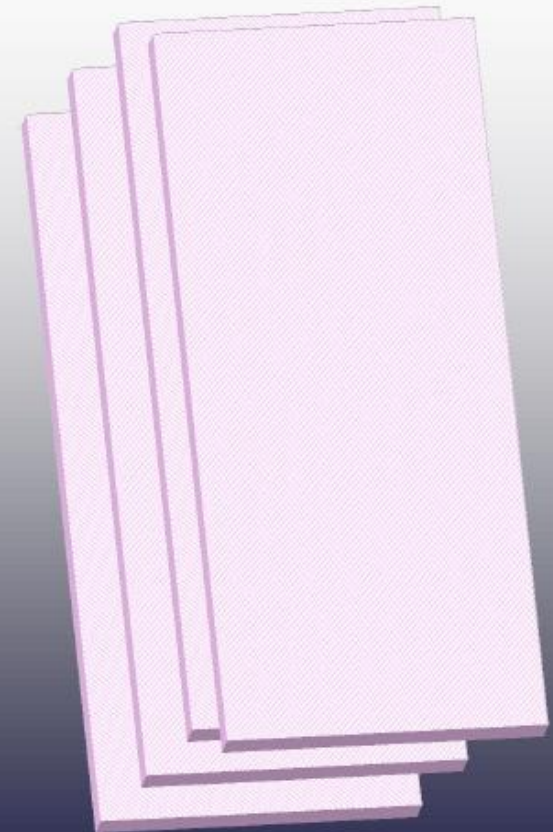


Fonte: Frederick H. Martini - Michael J. Timm
Anatomia Umana

OSTEONE

organizzazione delle lamelle ossee

- la lamella è caratterizzata dalla presenza di fibre collagene ordinatamente orientate nella stessa direzione
- l'orientamento delle fibre varia fra lamelle contigue
- le proprietà del collagene e la particolare disposizione delle fibre conferiscono robustezza all'osso



OSTEONE

DISPOSIZIONE DELLE FIBRE E DEGLI OSTEOCITI

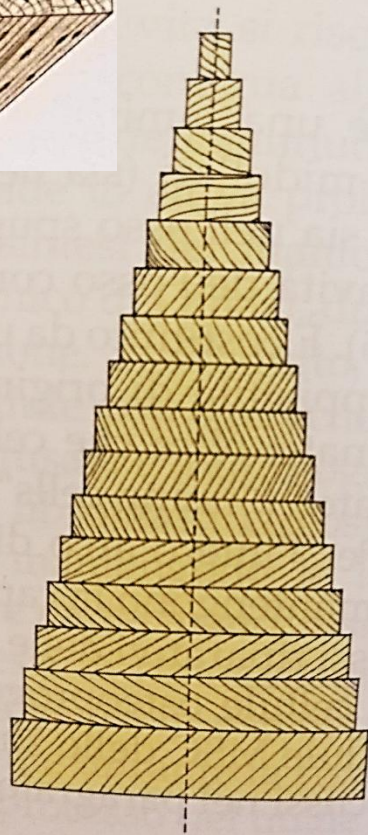
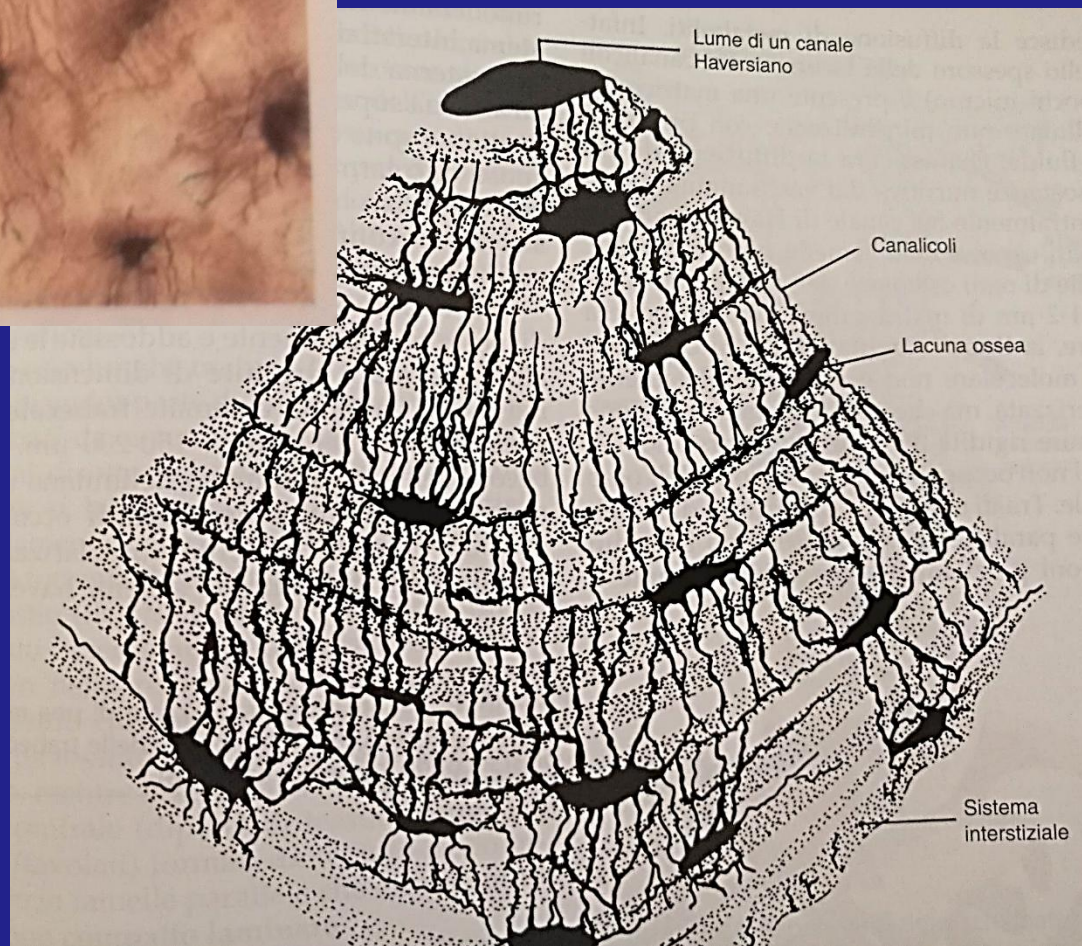


FIGURA 17.30 Disegno illustrante la direzione delle fibre collagene nelle lamelle concentriche di un sistema osteoniano.

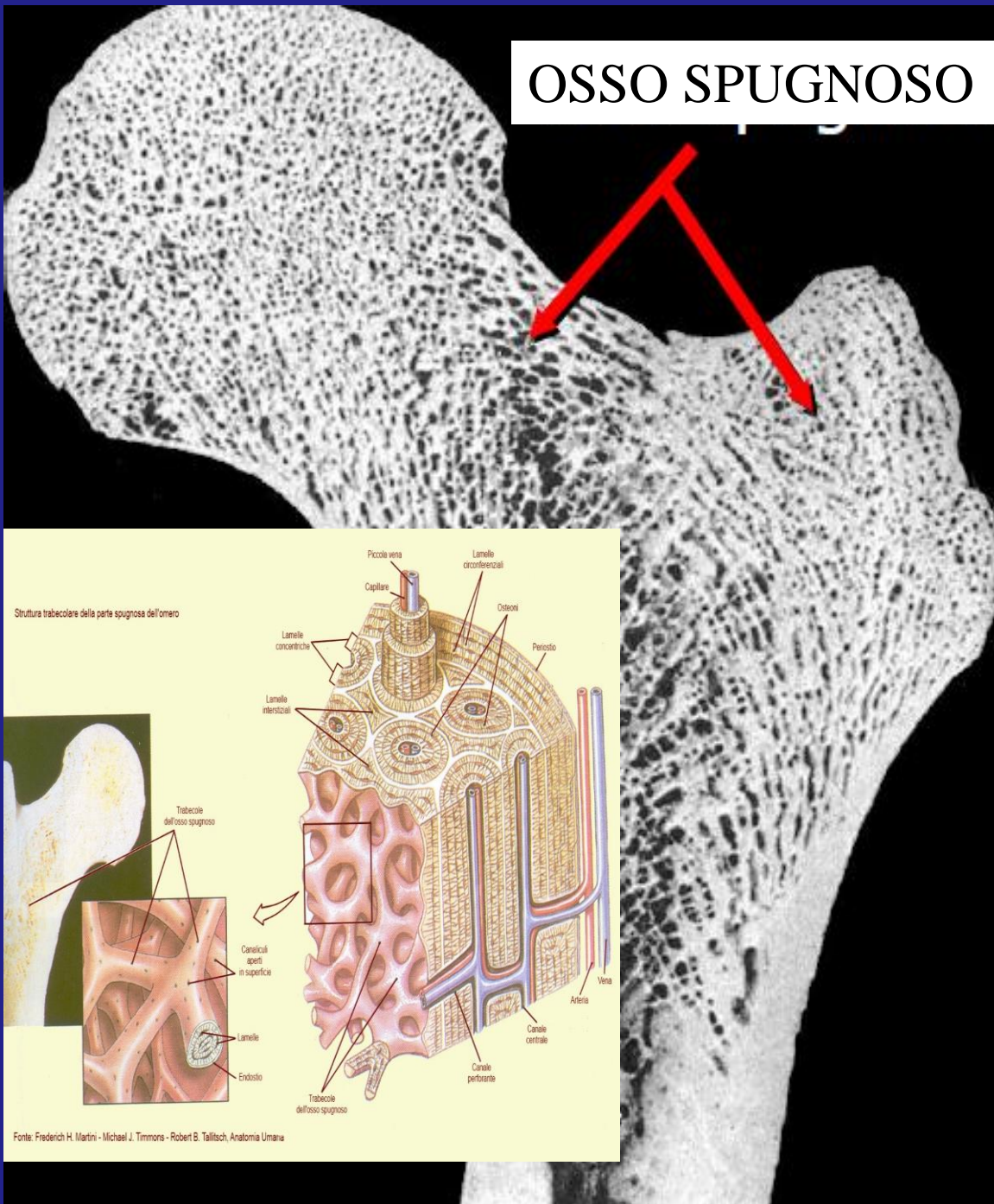


FIGURA 17.11 Disposizione degli osteociti nelle lacune orientate secondo l'andamento delle fibre collagene nelle lamelle.

OSTEONE



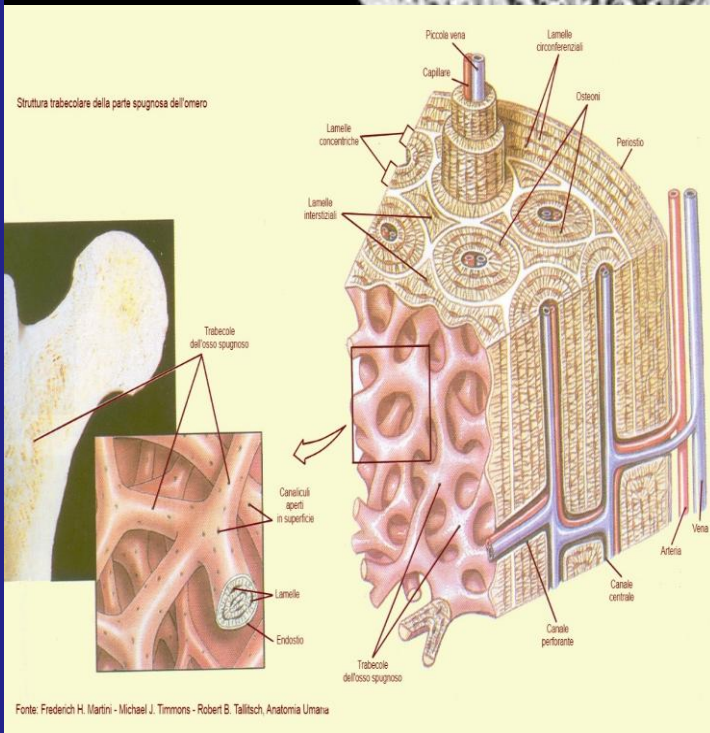
OSSO SPUGNOSO



l'osso spugnoso è costituito da sottili *trabecole* o *spicole* disposte in modo apparentemente disordinato, che delimitano cavità intercomunicanti;

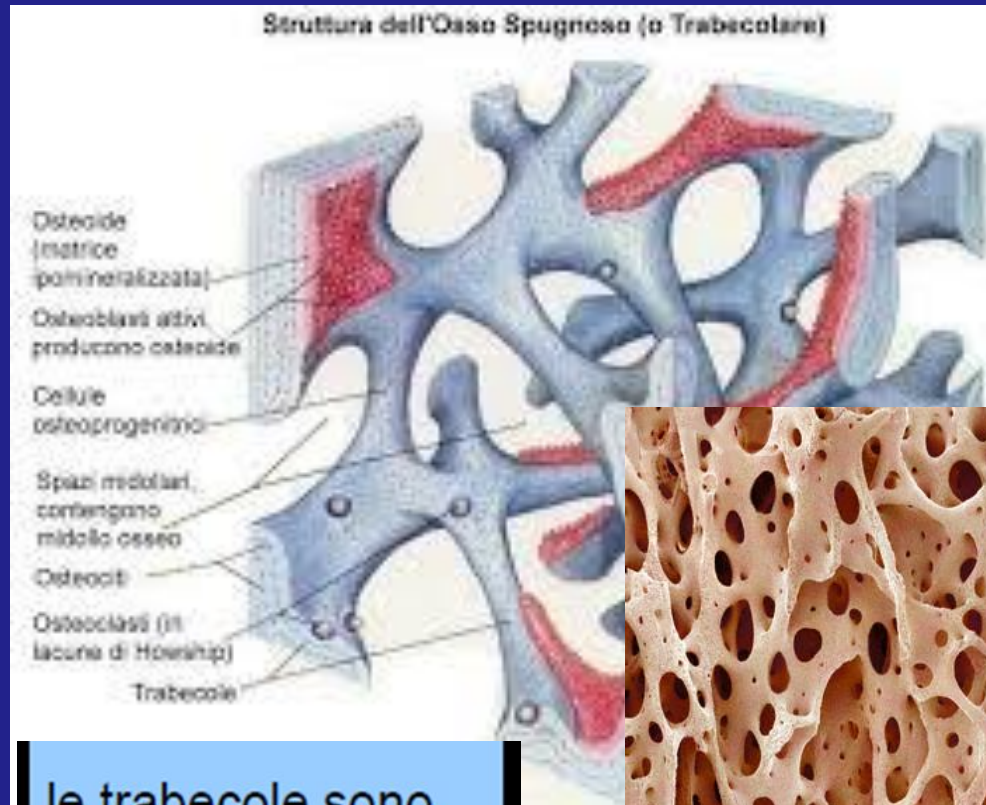
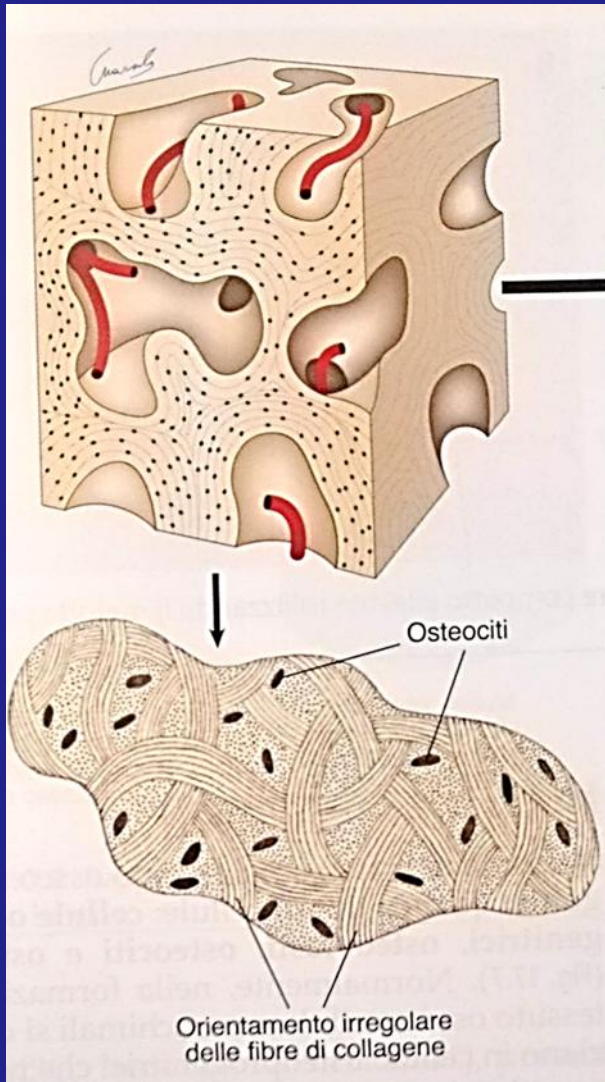
tali spazi sono riempiti dal midollo emopoietico;

le trabecole sono costituite da lamelle ossee non organizzate in osteoni ben definiti

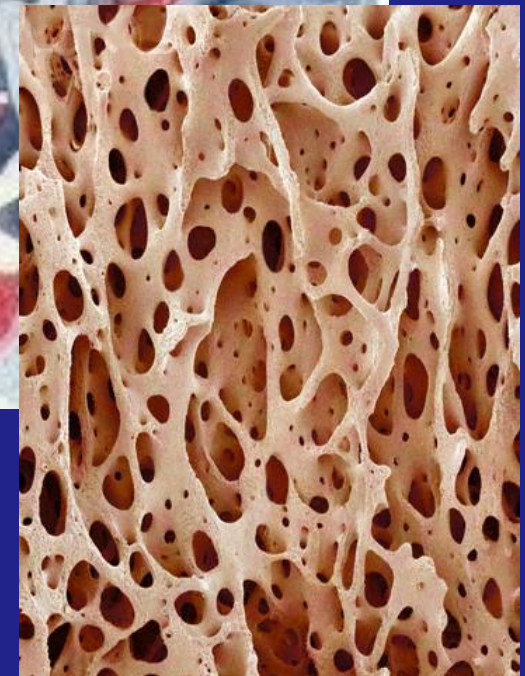


OSSO SPUGNOSO

DISPOSIZIONE DELLE FIBRE E DEGLI OSTEOCITI



le trabecole sono costituite da lamelle ossee non organizzate in osteoni ben definiti



compatto vs. spugnoso



l'osso spugnoso è
presente dove le forze
vengono applicate da
varie direzioni

l'osso compatto è
molto resistente alla
compressione in senso
longitudinale...

...ma una pressione
laterale può
provocare fratture

sviluppo dell'osso

osteogenesi

Due modalità di ossificazione

- membranosa o intramembranosa

– l'osso si sviluppa dal mesenchima o dal tessuto connettivo fibroso

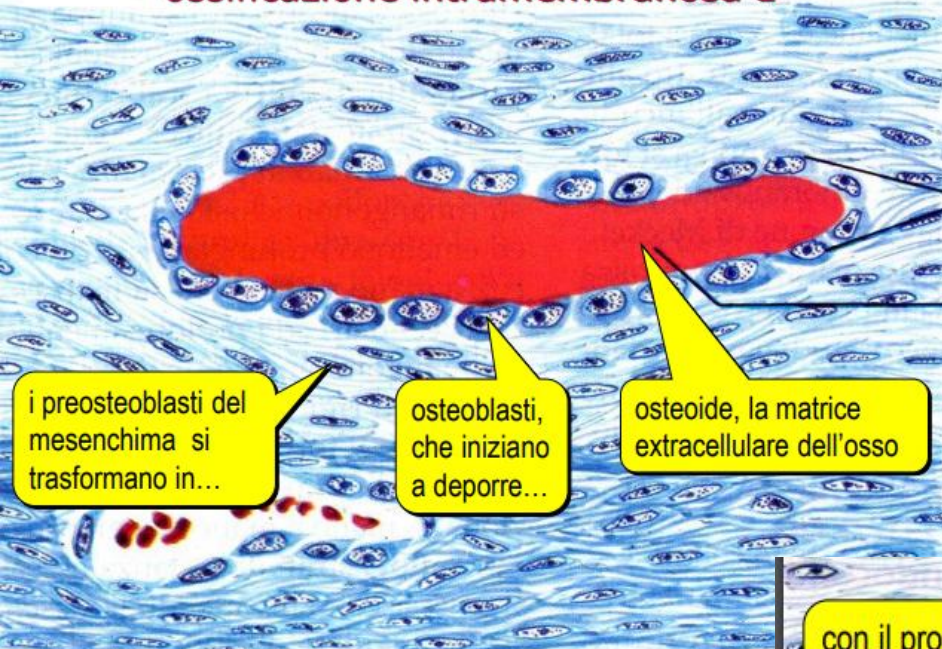
volta del cranio,
gran parte delle
ossa della faccia

- condrale o endocondrale

– l'osso sostituisce un modello cartilagineo preesistente

base del cranio,
colonna vertebrale,
bacino, arti

ossificazione intramembranosa 1



i preosteoblasti del mesenchima si trasformano in...

osteoblasti, che iniziano a deporre...

osteoidi, la matrice extracellulare dell'osso

ossificazione intramembranosa 2

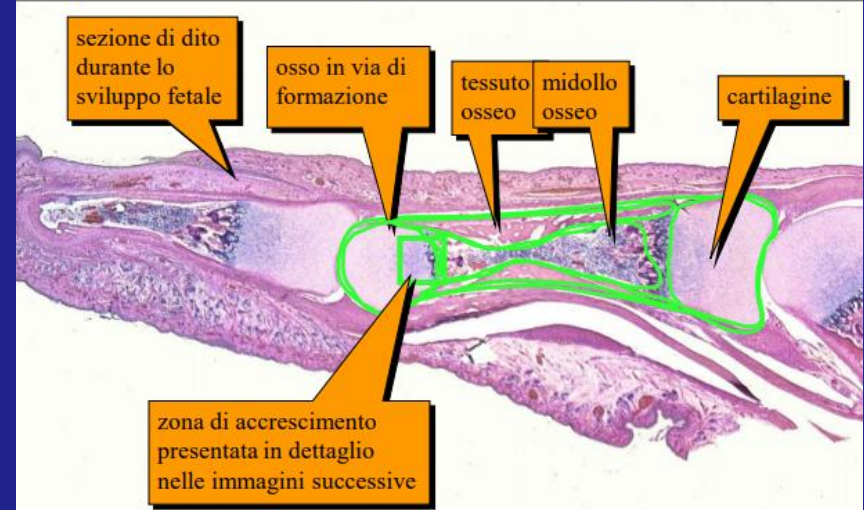


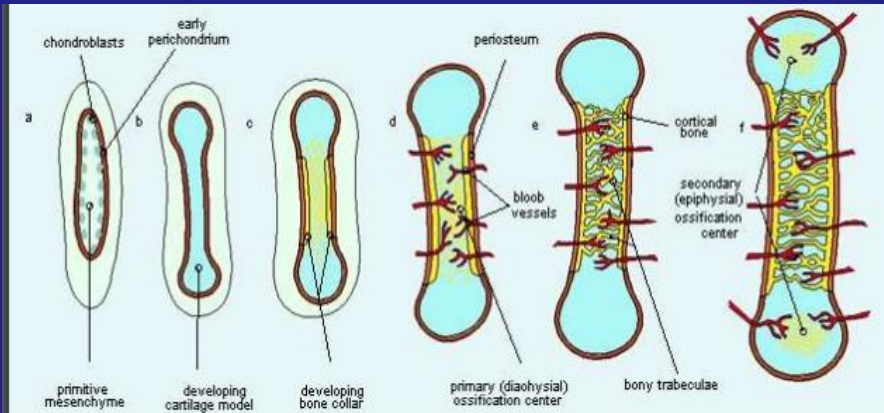
con il procedere della deposizione di osteoidi si forma un'impalcatura tridimensionale di nuovo osso; alcuni osteoblasti rimangono intrappolati nella matrice e si trasformano in cellule quiescenti dette osteociti; gli osteoblasti vengono rimpiazzati dal differenziamento di ulteriori preosteoblasti

Ossificazione Endocondrale

- inizia con la formazione di un modello cartilagineo
- lo sviluppo delle ossa degli arti ne è un ottimo esempio

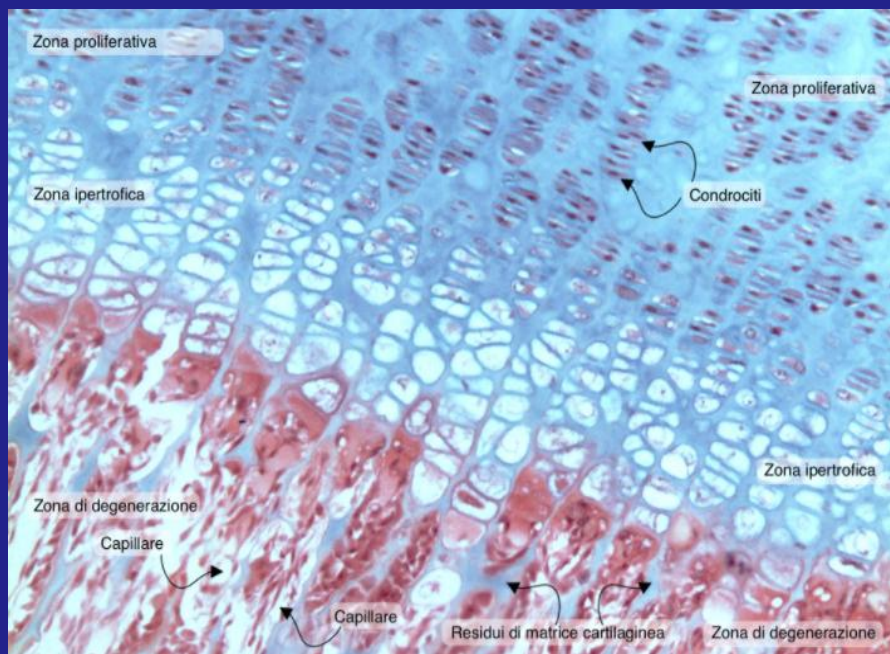
ruolo della cartilagine nello sviluppo dell'osso





aumento di dimensioni dell'osso

- diametro
 - apposizione di nuovo osso di origine periostale
 - creste di osso neoformato inglobano vasi sanguigni longitudinali, fondendosi intorno ad esso e formando gli osteoni
- lunghezza
 - sostituzione di cartilagine con osso a livello della metafisi
 - il tessuto cartilagineo sul lato epifisario continua ad accrescersi, mentre quello diafisario viene invaso da nuovo osso



Ossificazione Endocondrale

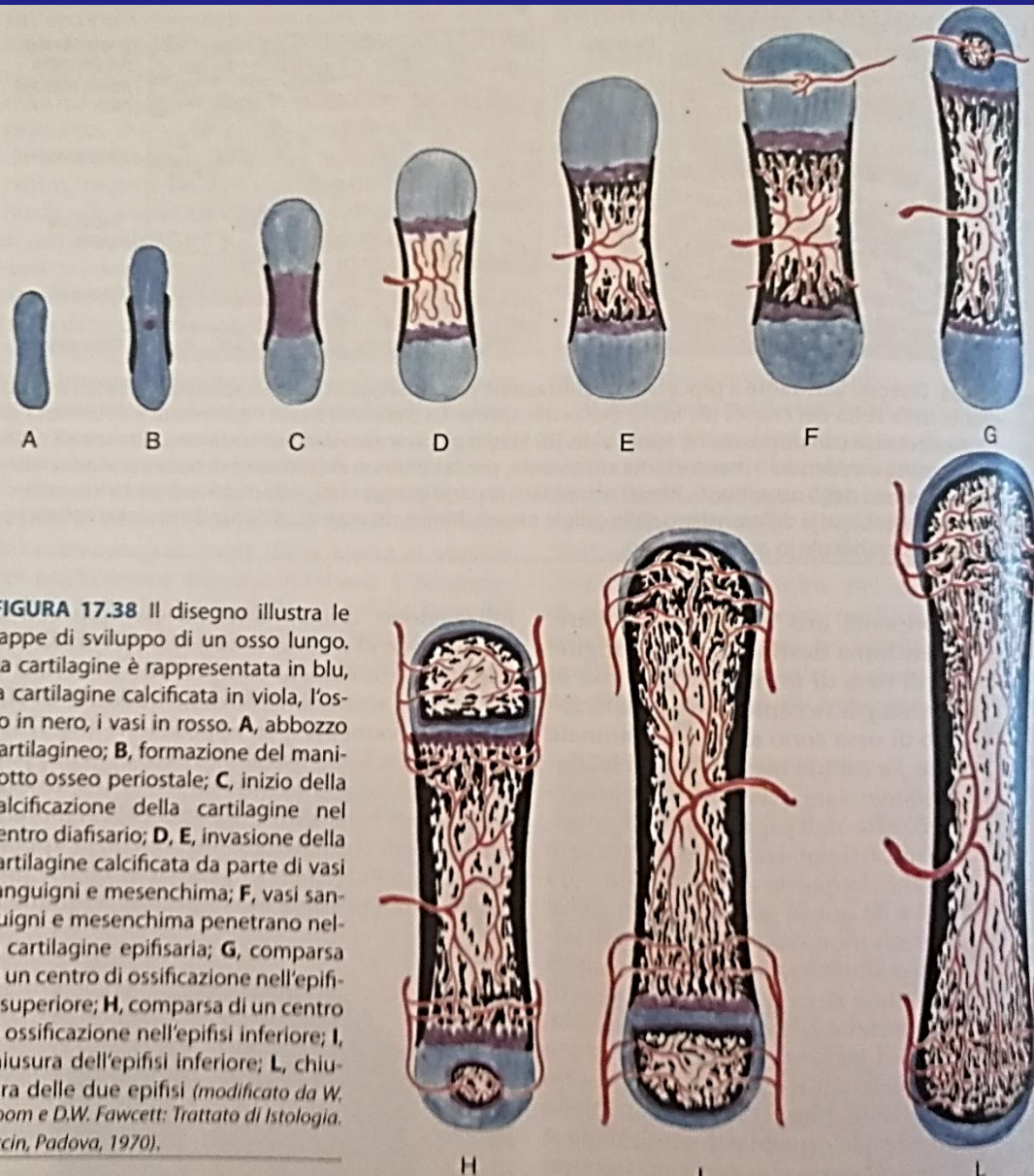


FIGURA 17.38 Il disegno illustra le tappe di sviluppo di un osso lungo. La cartilagine è rappresentata in blu, la cartilagine calcificata in viola, l'osso in nero, i vasi in rosso. **A**, abbozzo cartilagineo; **B**, formazione del manico osseo periostale; **C**, inizio della calcificazione della cartilagine nel centro diafisario; **D, E**, invasione della cartilagine calcificata da parte di vasi sanguigni e mesenchima; **F**, vasi sanguigni e mesenchima penetrano nella cartilagine epifisaria; **G**, comparsa di un centro di ossificazione nell'epifisi superiore; **H**, comparsa di un centro di ossificazione nell'epifisi inferiore; **I**, chiusura dell'epifisi inferiore; **L**, chiusura delle due epifisi (modificato da W. Bloom e D.W. Fawcett: *Trattato di Istologia*, Piccin, Padova, 1970).

Ossificazione Endocondrale

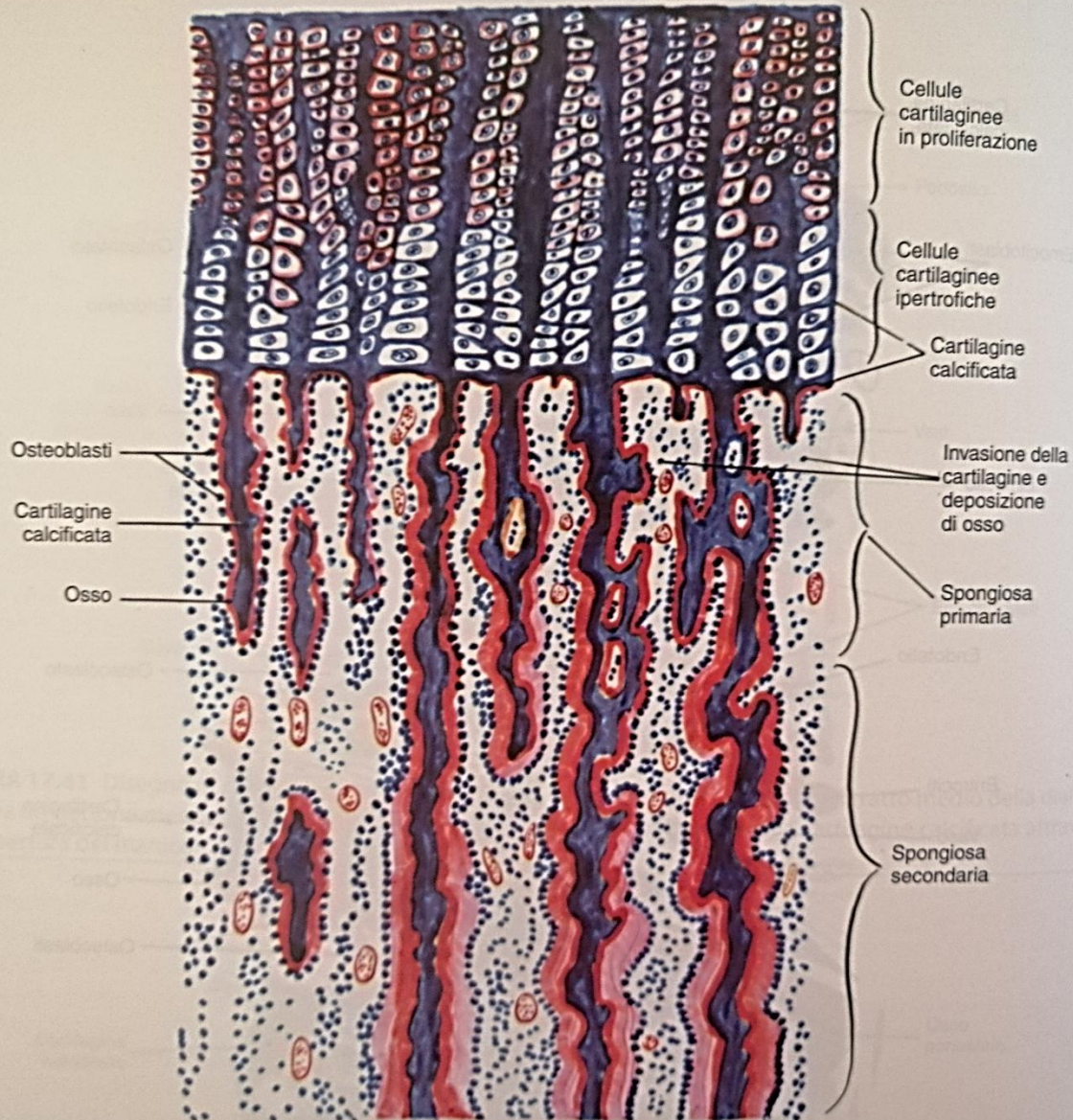


FIGURA 17.44 Ossificazione endocondrale. Disegno di sezione longitudinale di osso lungo illustrante la zona