

# TESSUTO OSSEO

E' una forma specializzata di tessuto connettivo che serve per il sostegno, non è statico ma viene rimodellato e rinnovato per tutta la vita dell'individuo.

**RIMODELAMENTO** → La crescita delle ossa segue quella dell'individuo, e.g. Crescita dimensioni della scatola cranica e incremento della massa muscolare

**RINNOVAMENTO** → Mantenere la calcemia (livello di calcio nel sangue) tramite la stabile degradazione di tessuto osseo

E' vascolarizzato ed innervato, quando si rompe un osso si ha perdita di sangue. Essendo un tessuto connettivo è formato da ECM (matrice extra-cellulare) e cellule.

**ECM** → E' mineralizzata ovvero sono presenti sali di calcio e sali di fosfato che danno durezza e resistenza ma l'osso è anche resistente e leggero

## **FUNZIONI**

**MECCANICA** → Forma l'impalcatura del corpo: i muscoli si attaccano alle ossa tramite aponeurosi e tendini

**LOCOMOZIONE** → I muscoli si inseriscono alle ossa tramite i tendini e non direttamente perché il tendine è formato da collagene che attutisce la forza dei muscoli

**PROTEZIONE** → Protezione di organi, e.g. La scatola cranica protegge l'encefalo, la gabbia toracica protegge cuore e polmoni, nella cavità addominale le ossa del

Bacino proteggono i visceri.

**FUNZIONE EMPOIETICA** → **TUTTE** le cellule derivano dal midollo osseo rosso dette, elementi figurati del sangue, da cellula totipotente.

**RISERVA METABOLICA** → Regola la concentrazione degli ioni calcio nel sangue = calcemia

## **MATRICE EXTRA-CELLULARE (ECM) - 1 componente del tessuto osseo**

E' acidofila perchè ci sono tante fibre di collagene tipo 1, sono assenti fibre elastiche e fibre reticolari, presenta lacune dove sono presenti i canalicoli più o meno ramificati che contengono gli osteociti e i loro prolungamenti. Si colora bene con **ematossilina** ed **eosina** presentandosi **rossa**

La ECM è formata da una componente organica e una componente inorganica:

## **COMPONENTE ORGANICA 35%**

### **1) Acqua**

**2) Componente Amorfa** → Formata da acqua come solvente, proteoglicani e glicoproteine strutturali, osteopontina e osteocalcina, che regolano l'aggregazione delle fibre collagene e legano le cellule alla matrice

**3) Componente fibrillare** → Formata da fibre di collagene di tipo 1

## **COMPONENTE INORGANICA 65%**

Formata da sali di calcio e sali di fosfato, vengono depositati dagli osteoblasti; i sali si uniscono tra loro e formano aghi sottili detti Cristalli Di Idrossiapatite che si depositano tra le fibre di collagene. I cristalli di Idrossiapatite conferiscono durezza al tessuto osseo.

Senza componente inorganica l'osso perde durezza e rigidità diventa flessibile e ha resistenza alla trazione dovuta alle fibre di collagene  
Senza componente organica della ECM l'osso conserva la sua forma ma in mancanza di collagene diventa fragile e si rompe facilmente.

## **CELLULE-2 componente del tessuto osseo**

**1) CELLULE OSTEOPROGENITRICI** → danno origine agli osteoblasti

**2) OSTEOBLASTI** → sono di forma cubica, deposita l'osteide (collagene + componente amorfa e solo in un secondo momento mineralizza diventando tessuto osseo), quando diminuiscono la loro attività vanno in uno stato di quiescenza diventando osteociti, controllano la calcemia (concentrazione di calcio nel sangue)

Mediante il recettore per il paratormone (PTH). Osteoblasti ed osteociti sono momenti funzionali diversi di una stessa cellula.

**3) OSTEOCITI** → sono la forma quiescente e poco attiva degli osteoblasti, si trovano nelle lacune che ci sono tra le lamelle ossee o tra lo spessore delle lamelle, hanno un corpo a forma di mandorla con prolungamenti citoplasmatici con cui si mettono in contatto con altri osteociti di lamelle contigue tramite giunzioni di Tipo GAP (formata da connessioni ognuno di essi formato da 6 connessioni che delimitano la parete del connettore e ruotano aprono e chiudono il canale presente all'interno del connettore), i prolungamenti citoplasmatici degli osteociti si trovano nella ECM ma, poiché è mineralizzata, non sono a diretto contatto con essa ma decorrono all'interno di **CANALICOLI OSSEI**, i prolungamenti non occupano tutto lo spazio dei canalicoli ma c'è del liquido interstiziale (che caratterizza

tutti i connettivi per avere un ambiente più idoneo. Gli osteociti più vicino al canale di Havers con i loro prolungamenti che affacciano sui vasi che decorrono nel canale di Havers si approvvigionano di metaboliti e poi li passano agli osteociti più esterni mediante i prolungamenti e giunzioni GAP. Osteoblasti ed osteociti sono

momenti funzionali diversi di una stessa cellula, gli osteociti sono le cellule più numerose nel tessuto osseo.

**4) OSTEOCLASTI** → sono parenti dei macrofagi infatti derivano da cellule linea monolito-macrofagica, sono sincinzi (derivano dalla fusione di più cellule) polinucleati (Posseggono più nuclei), hanno la funzione di degradazione dell'osso, la parte della sua membrana verso la fonte di erosione, forma un orletto a spazzola creato da introflessione del citoplasma nelle quali si inseriscono le particelle della matrice, nell'orletto spazzola si trovano i podosomi strutture che mediano l'adesione tra osso e osteoclasto. Gli osteoclasti si attaccano agli osteoni e li degradano ma la degradazione non è mai completa ma solo un parte viene distrutta quella non degradata andrà a formare le lamelle del sistema interstiziale e quindi tutte le lamelle del sistema interstiziale derivano dalla degradazione incompleta degli osteoni La degradazione avviene mediante il rilascio di uno ione  $H^+$  che abbassa il pH e fa degradare il sale, il rilascio di enzimi lisosomiali che degradano il collagene, la cavità di erosione così formata prende il nome di Laguna di Howship. Gli osteoclasti regolano la calcemia nel sangue con il recettore per la calcitonina

## STRUTTURA

L'osso viene classificato a seconda della presenza/assenza di **LAMELLE OSSEE**

**LAMELLA OSSEA** → unità morfologica fondamentale che ripetendosi ed associandosi tra loro determina l'architettura del tessuto osseo con fibre di collagene che sono parallele tra loro in lamelle sovrapposte, e con fibre di collagene che sono perpendicolari tra loro in lamelle contigue: le lamelle si organizzano in modo diverso nell'osso spugnoso e in quello compatto. Nella lamella ci sono cellule e ECM. La varia disposizione delle lamelle dona la tessuto resistenza alle forze meccaniche

L'osso viene classificato a seconda della presenza/assenza di **LAMELLE OSSEE**

**NON LAMELLARE** → definito anche come fasci intrecciati o tessuto osseo fibroso nello scheletro embrionale e fetale dove forma lo scheletro durenate la vita Embrionale e fetale detto **osso di prima deposizione**, non presente nell'adulto solo a livello dell'alveolo dentale oppure nel caso di fratture ossee gli osteoblasti depositano osso di prima deposizione in cui le fibre di collagene non hanno un orientamento specifico, presenta anche spazi con nervi e vasi

**LAMELLARE** → è il più diffuso e si distingue in **COMPATTO** e **SPUGNOSO**:

**LAMELLARE SPUGNOSO** → Si trova nell'epifisi dell'osso lunghe e dentro ossa brevi e piatte, formato da trabecole dette anche spicole che prendono tra loro rapporti a determinare cavità midollari perché all'interno si trova il midollo osseo rosso che è formato da tessuto emopoietico che forma tutti gli elementi figurati del sangue, contengono moltissimi sinusoidi (capillari che hanno un lume molto ampio quindi il flusso di sangue è lento perché gli elementi figurati del sangue che si formano a questo livello devono finire nel torrente circolatorio. Le trabecole o spicole sono formate solo da lamelle parallele che contengono lacune, ma non si potrà mai trovare l'organizzazione tipica del tessuto lamellare compatto, sistema circonfenziale e interstiziale, in questo tessuto non ci sono canali di Havers. Gli Osteociti hanno prolungamenti con cui prendono metabolicamente dai sinusoidi del midollo rosso osseo e poi li passano agli osteociti più interni tramite i canalicoli e i prolungamenti con le giunzioni GAP. L'orientamento delle trabecole o spicole sarà quello che meglio sopporta il carico di forza che si scarica sull'osso.

**LAMELLARE COMPATTO** → lamelle organizzate in tre strutture:

- 1) OSTEONI** → sono la base strutturale dell'osso compatto lamelle sono associate concentricamente intorno ad un canale centrale detto **CANALE DI HAVERS** che è la sede di vasi sanguigni e fibre nervose anieliniche ed è connesso obliquamente ad altri canali detti **CANALI DI VOLKMANN**, questo sistema permette la continua distribuzione del nutrimento al tessuto osseo. La lamella più esterna dell'osteone è detta **LINEA CEMENTANTE** dove la ECM è meno mineralizzata questo permette un piccolo movimento degli osteoni. La deposizione dell'osso da parte degli osteoblasti inizia dopo la demolizione dell'osso degli osteoclasti, dall'esterno dell'osteone e depositano osteoide verso il canale di Havers, quindi a livello dell'osteone il tessuto più esterno mineralizza prima di quello interno. I vasi del canale di Havers hanno un decorso parallelo all'asse longitudinale dell'osso, i vasi provengono dal tessuto connettivale che avvolge la porzione esterna dell'osso detta **PERIOSTIO** da dove provengono dei vasi che si portano all'interno degli osteoni, dove i vasi hanno decorso longitudinale rispetto all'asse longitudinale dell'osso mediante canali la cui funzioni e quella di portare i vasi dal perioso verso l'interno dell'osso oppure da un osteone ad un altro osteone e sono perpendicolari al canale di Havers ma possono avere anche andamento obliquo detti **CANALI DI VOLKMANN**
- 2) SISTEMA INTERSTIZIALE** → le lamelle si trovano tra gli osteoni, non attorno il canale di Havers, le lamelle un hanno orientamento impreciso o vario, sistema interstiziale e osteoni son detti anche sistemi Haversiani
- 3) SISTEMA CIRCONFENZIALE INTERNO ED ESTERNO** → lamelle parallele che formano due involucri che delimitano l'osso: **sistema circonfenziale esterno** ha un grande raggio di curvatura ed è l'involucro che delimita l'osso esternamente; **sistema circonfenziale interno** ha un raggio di curvatura piccolo e delimita e delimita la cavità diafisaria. Le lamelle sono sempre parallele

Tra le lamelle ci sono lacune che ospitano osteociti che hanno un corpo a mandorla e dei prolungamenti citoplasmatici che si mettono in comunicazione tramite giunzioni gap con prolungamenti di altri osteociti

**ENDOSTIO** → Si trova in tutte le cavità interne dell'osso, contiene uno strato di osteoprogenitrici, è più sottile del periostio e deputato al nutrimento e a fornire nuove cellule dell'osso, al suo interno si trovano: nervi, cavale di Havers e canali di Volkmann.

**PERIOSTIO** → Avvolge tutte le ossa, è riccamente vascolarizzato, formato da due strati:

**Esterno** → Ha caratteristiche del tessuto connettivo denso (molte fibre collagene + poca sostanza amorfa)

**Interno** → Ha caratteristiche del tessuto connettivo lasso perché si localizzano cellule osteoprogenitrici che possono differenziarsi in osteoblasti

Le fibre che si trovano nel periostio vengono dette **FIBRE DI SHARPEY** che mantengono adesivo il periostio al tessuto osseo.

## CLASSIFICAZIONE

In base alla forma ci sono 3 tipi di ossa:

**1) OSSA LUNGHE** → prevale la lunghezza rispetto alle 3 dimensioni, formata da due **EPIFISI** alle estremità costituite da tessuto osseo spugnoso all'interno ed esternamente da tessuto osseo compatto, al livello dell'epifisi è presente cartilagine ialina articolare che serve per favorire lo scorrimento delle ossa coinvolte in quel tipo di articolazione perché l'epifisi è coinvolta nelle articolazioni; tra le due epifisi c'è la **DIAFISI** ovvero la parte centrale formata all'interno dalla cavità diafisaria che contiene il **MIDOLLO GIALLO** che è una trasformazione del midollo rosso che nelle ossa lunghe viene riempito di tessuto adiposo e perde la funzione emopoietica, all'esterno è formato da tessuto osseo compatto.

**2) OSSA PIATTE** → hanno spessore sottile e sono formate da due lamine di tessuto osseo compatto all'esterno e dentro si trova il tessuto osseo spugnoso

**3) OSSA CORTE** → lunghezza e larghezza sono uguali, queste ossa sono formate da tessuto osseo spugnoso all'interno rivestito da tessuto osseo compatto

## OMEOSTASI MINERALE

Equilibrio tra l'organismo e l'apporto di sali minerali, il tessuto osseo è controllato da:

**CALCITONINA** → Viene prodotta dalle cellule C della tiroide, hanno azione ipocalcemizzante quando la calcemia è bassa, gli osteoclasti hanno recettori per la calcitonina che inibisce l'attività degli osteoclasti quindi il calcio nel sangue diminuisce

**PARATORMONE** → Prodotto dalla paratiroidi, ha azione ipercalcemizzante quando la calcemia è bassa. Osteoblasti hanno recettori per PTH vengono trovati e liberano fattori che attivano osteoclasti che digeriscono la ECM liberando calcio che nel circolo sanguigno aumenta.

## METODI DI STUDIO

**DECALCIFICAZIONE** → Eliminata la componente inorganica le sezioni possono essere colorate con le comuni colorazioni istologiche, le sezioni vengono tagliate al microtomo

**METODO PER USURA** → Eliminate le cellule e i vasi, viene preservata la componente inorganica e si ottengono sottili lamine che vengono lavorate con carta abrasiva fino al raggiungimento dello spessore idoneo all'analisi del microscopio ottico dove appaiono i canalicoli di colore nero perché contengono aria

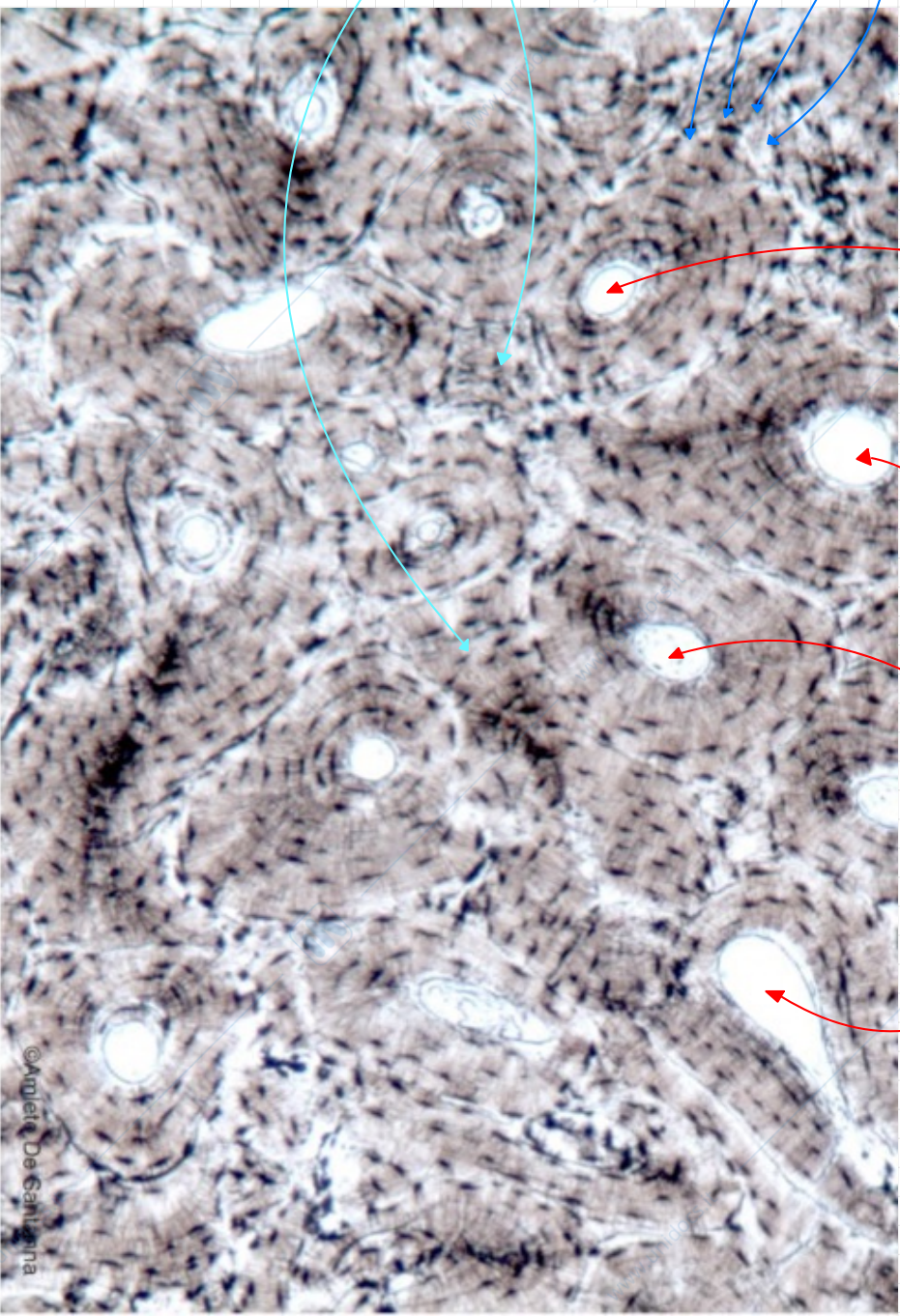
# STUDIO DEI VETRINI

**OSTEONI:** si riconoscono delle cavità centrali di diverse dimensioni attorno le quali si riconoscono delle strutture ad andamento circolare e hanno come centro la cavità osservata, ce ne sono molti con forma diversa, con calibro diverso il che permette di identificare gli osteoni più vecchi da quelli più giovani infatti ricordando che gli osteoblasti depositano osteoide dall'esterno verso l'interno gli osteoni più giovani hanno un calibro grande mentre quelli vecchi hanno calibro più piccolo

**LACUNE:** sono spazi che hanno un aspetto lenticolare

**COLLAGENE:** qui non si vedono, ma si colorano di rosso perché sono acidofile

**SISTEMI INTERSTIZIALE:** pacchetti di lamelle tra gli osteoni



Osso umano. Sezione trasversale di osso non colorato in cui si notano le lamelle del tessuto osseo lamellare compatto. 63x

**TESSUTO OSSEO LAMELLARE COMPATTO**

# STUDIO DEI VETRINI

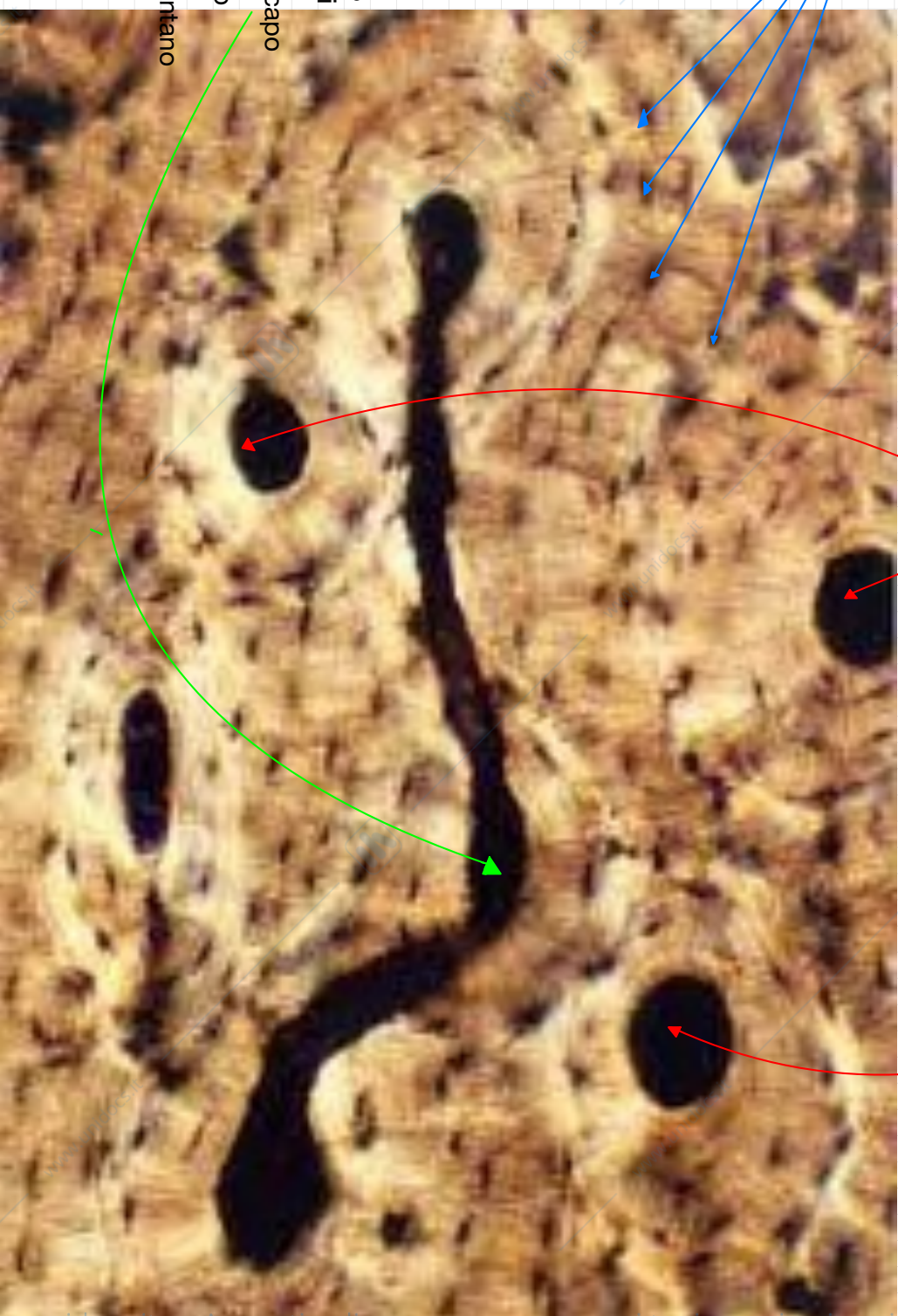
**OSTEONI**: si riconoscono delle cavita centrali di diverse dimensioni attorno le quali si riconoscono delle strutture ad andamento circolare e hanno come centro la cavita osservata, ce ne sono molti con forma diversa, con calibro diverso il che permette di identificare gli osteoni piu vecchi da quelli piu giovani infatti ricordando che gli osteoblasti depositano osteoide dall'esterno verso l'interno gli osteoni piu giovani hanno un calibro grande mentre quelli vecchi hanno calibro piu piccolo

**LACUNE**: sono spazi che hanno un aspetto lenticolare

**COLLAGENE**: qui non si vedono, ma si colorano di rosso perche sono acidofille

**SISTEMI INTERSTIZIALE**: pacchetti di lamelle tra gli osteoni

**CANALI DI VOLKMANN**: come distinguere in un preparato i canali di Havers da canali di Volkmann?  
R: Poiche l'osteone è un sistema di associazione di lamelle parallele e circonda il canale di Havers e possibile identificare il pacchetto di lamelle che fa capo al canale di Havers, dove c'è il canale di Volkmann non trovo pacchetti di lamelle concentrico a questo canale.  
Nelle sezioni i canali di Havers e Volkmann si presentano in base a come cade il piano di sezione-taglio



**TESSUTO OSSEO LAMELLARE COMPATTO**

# STUDIO DEI VETRINI

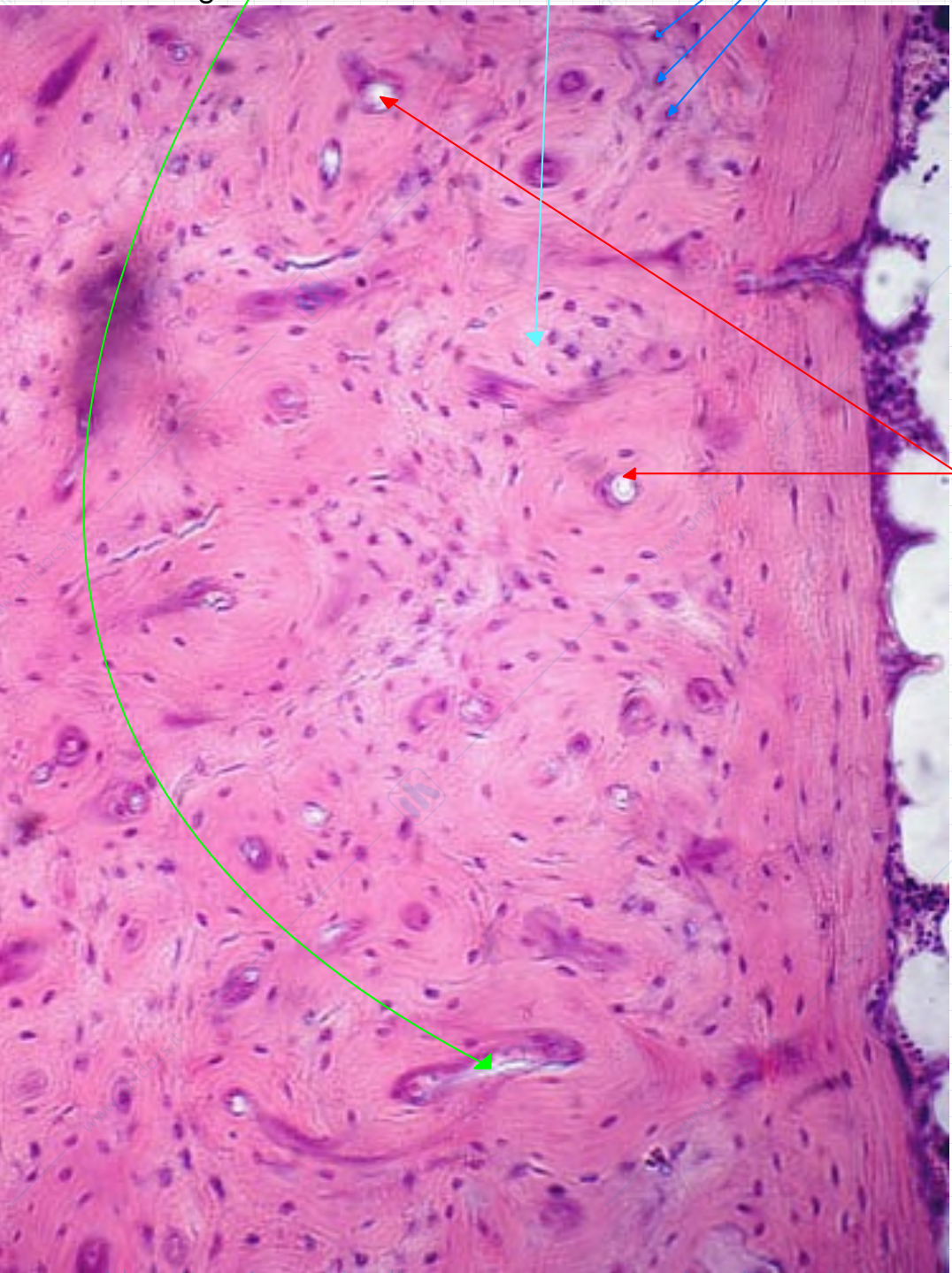
**OSTEONI:** si riconoscono dalle cavità centrali di diverse dimensioni attorno le quali si riconoscono delle strutture ad andamento circolare e hanno come centro la cavità osservata, ce ne sono molti con forma diversa, con calibro diverso il che permette di identificare gli osteoni più vecchi da quelli più giovani infatti ricordando che gli osteoblasti depositano osteoide dall'esterno verso l'interno gli osteoni più giovani hanno un calibro grande mentre quelli vecchi hanno calibro più piccolo

**LACUNE:** sono spazi che hanno un aspetto lenticolare

**COLLAGENE:** qui si vedono, si colorano di rosso perchè sono acidofile

**SISTEMI INTERSTIZIALE:** pacchetti di lamelle tra gli osteoni

**CANALI DI VOLKMANN:** come distinguere in un preparato i canali di Havers da canali di Volkmann?  
R: Poiché l'osteone è un sistema di associazione di lamelle parallele e circonda il canale di Havers e possibile identificare il pacchetto di lamelle che fa capo al canale di Havers, dove c'è il canale di Volkmann non trovo pacchetti di lamelle concentrico a questo canale.  
Nelle sezioni i canali di Havers e Volkmann si presentano in base a come cade il piano di sezione-taglio

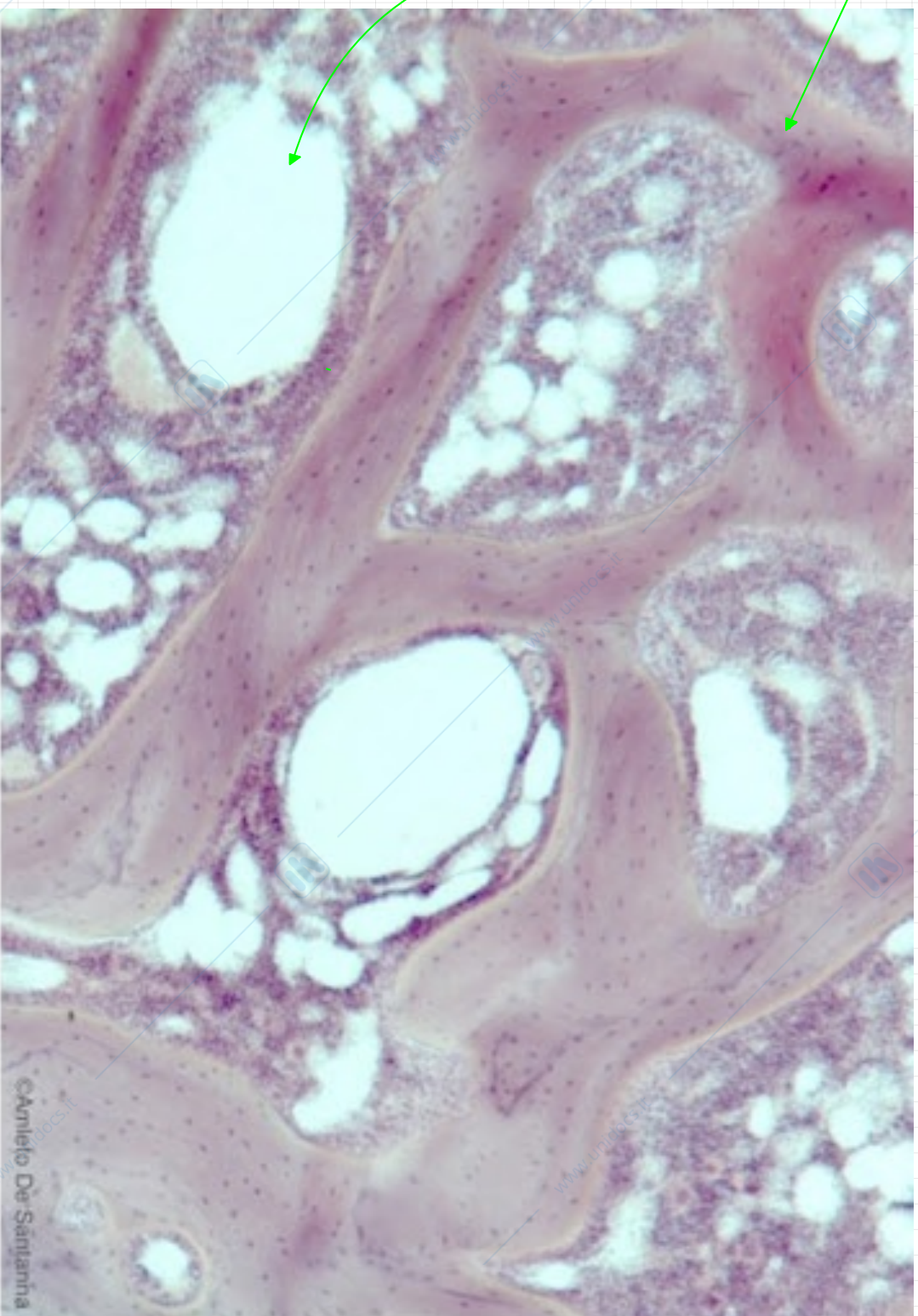


TESSUTO OSSEO LAMELLARE COMPATTO

# STUDIO DEI VETRINI

SPICOLE O TRABECOLE OSSEE

CAVITA' MIDOLLARI



Epifisi di femore umano decalcificato. Tessuto osseo lamellare spugnoso di epifisi di osso lungo. Si noti il sistema lamellare incompleto delle trabecole ossee e il ricco contenuto di midollo osseo interno. Em-Eo 40x

**TESSUTO OSSEO LAMELLARE SPUGNOSO**

# SEZIONE DI OSSO

Il passaggio dal tessuto osseo spugnoso alla cavità diafisaria è graduale

