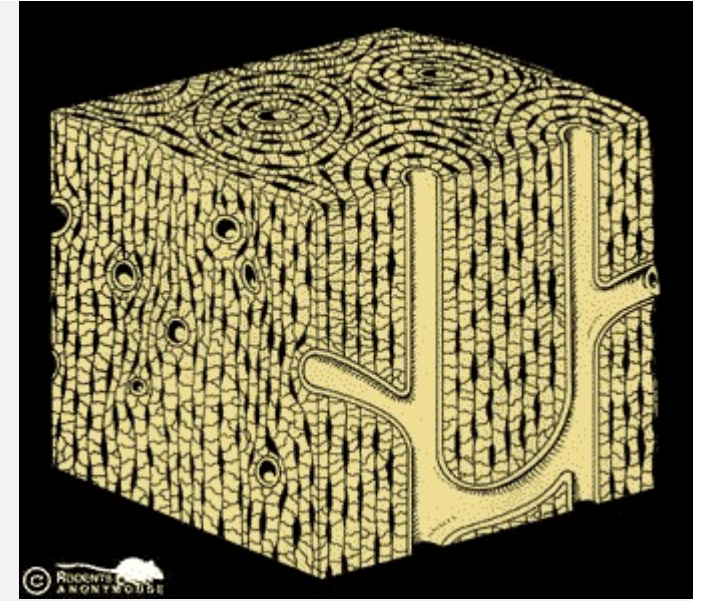
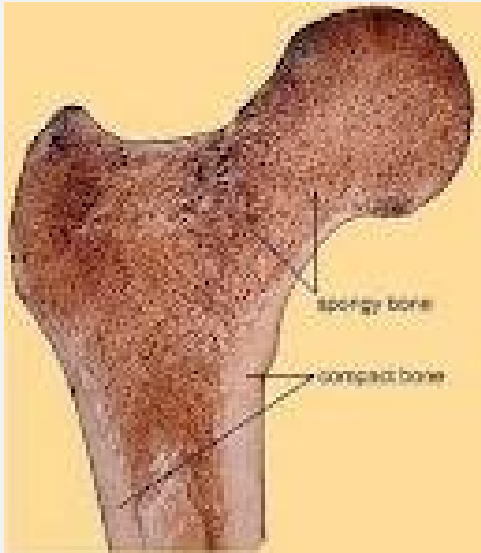




KEMİK DOKU



Prof.Dr.Şerife TÜTÜNCÜ

Öğrenme Hedefleri;

- ☐ Kemik dokusunun temel işlevlerini tanımlayabilir,
- ☐ Uzun kemiklerin büyük bir bölümünü tanımlayabilir,
- ☐ Kemik dokuda bulunan hücreleri tanımlayabilir,
- ☐ Osteon yapısını tanımlayabilir,
- ☐ İntramembranöz ve endrokondriyal kemikleşmeyi karşılaştırabilir.

KEMİK DOKU

- Destekleyici ve koruyucu fonksiyonları ile vücudun en sert özelleşmiş bağ dokusudur.
- İntersellüler matriks, içerisinde bulunan hücrelerden ve bağ dokudan oluşur.
- Organizmanın kalsiyum deposudur, ihtiyaç anında kalsiyum kana salınır ve diğer dokulara ulaştırılır.
- Kıkırdak dokudan daha serttir ancak esnekliği daha azdır.
- Histolojik yapısı nedeniyle organizmada uzama ve gerilmelere direnç gösteren tek dokudur.

- Kas ve tendoların tutunma yerleridir, hareket etmeye yardımcı olurlar.
- Kıkırdaklı balıklar hariç, tüm omurgalılarda iskeleti meydana getirir.
- Baş ve göğüs boşluğundaki organların, kemik iliğindeki kan hücrelerinin korunmasından sorumludur.
- Mekanik işlevleri yanında organizmanın kalsiyum (%99), fosfat ve diğer iyonlarını depo eder.
- İyon salınımı vücut sıvılarındaki konsantrasyonlarına, büyüme faktörlerine ve hormonlara bağlı olarak değişiklik gösterir.

- Temel madde organik ve inorganik maddelerden oluşur.
- Kemik dokuya sertlik kazandıran yapılar inorganik maddelerdir.

Organik maddeler:

- Bağ doku iplikleri- * I. tip kollagen iplik.(%95)
- Şekilsiz temel madde-
 - * proteoglikanlar (kondroitin-4 sülfat, kondroitin-6, keratan sülfat),
 - * glikozaminoglikanlar (hiyaluron asit) ve
 - * glikoproteinler (osteonektin) den oluşur.

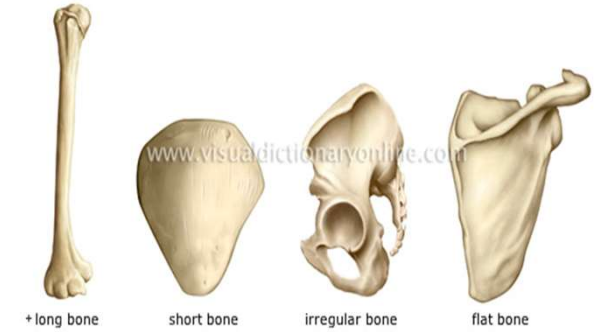
İnorganik maddeler:

- * Kalsiyum fosfat (%85)
- * Kalsiyum karbonat (%10), kalsiyum florid, magnezyum florid, hidroksit ve sulfat bileşikleri oluşturur.
- Kalsiyum ve fosfor **hidroksiapatit** kristallerini oluştururlar.
- Sertlik sağlayan ise hidroksiapatit kristalleridir.
- Kemiğin kolay kırılmamasını sağlayan öğeler kollagen ipliklerdir.
- Kristaller kollagen fibril ağı içerisinde depo edilmiştir.

ORGANİZMADAKİ KEMİK TİPLERİ

- Uzun Kemikler – Humerus
- Kısa Kemikler – Karpal Kemikler
- Yassı Kemikler – Kafatası Kemikleri
- Düzensiz Kemikler – Omurga kemikleri

Kısa kemik

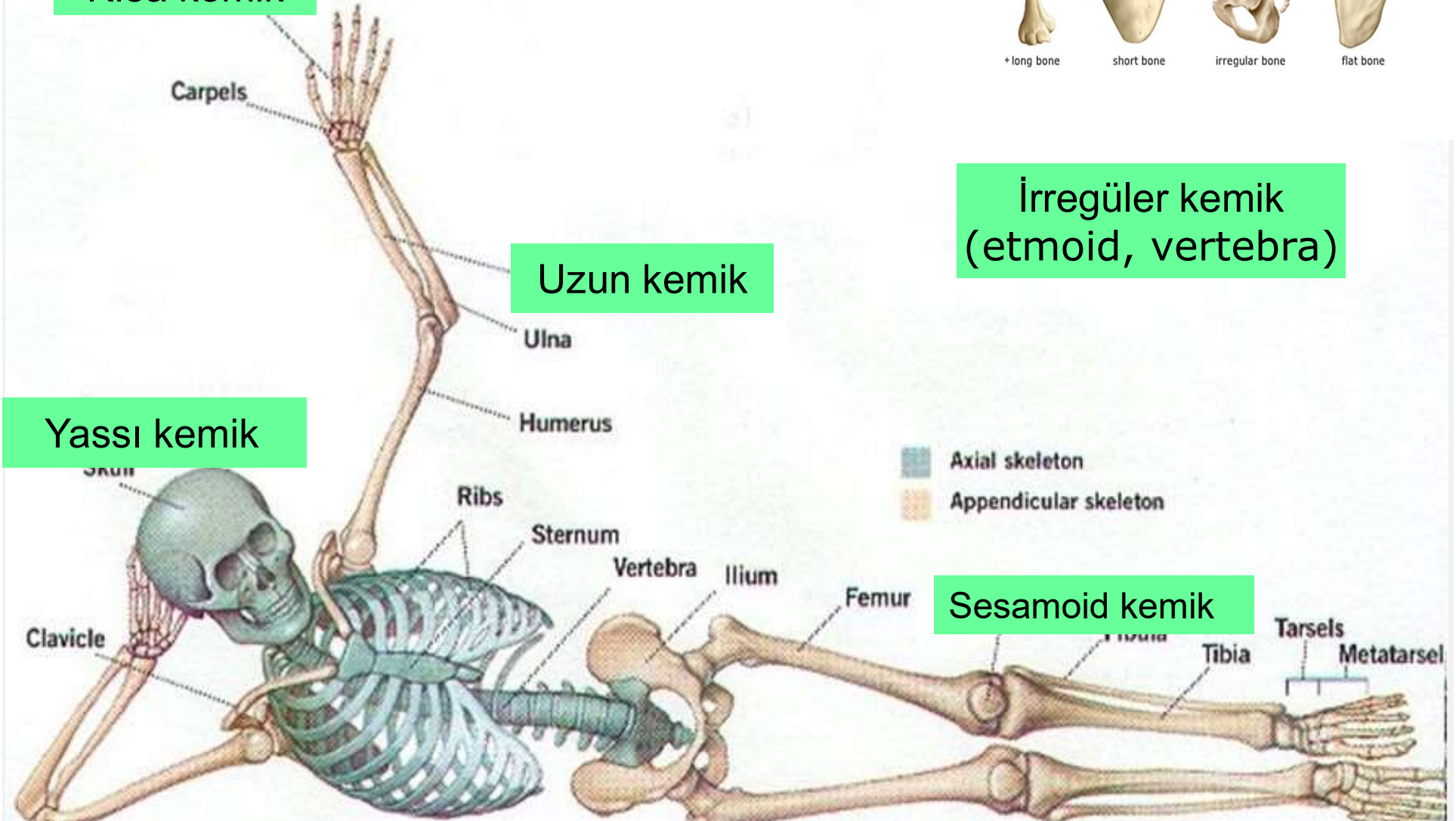


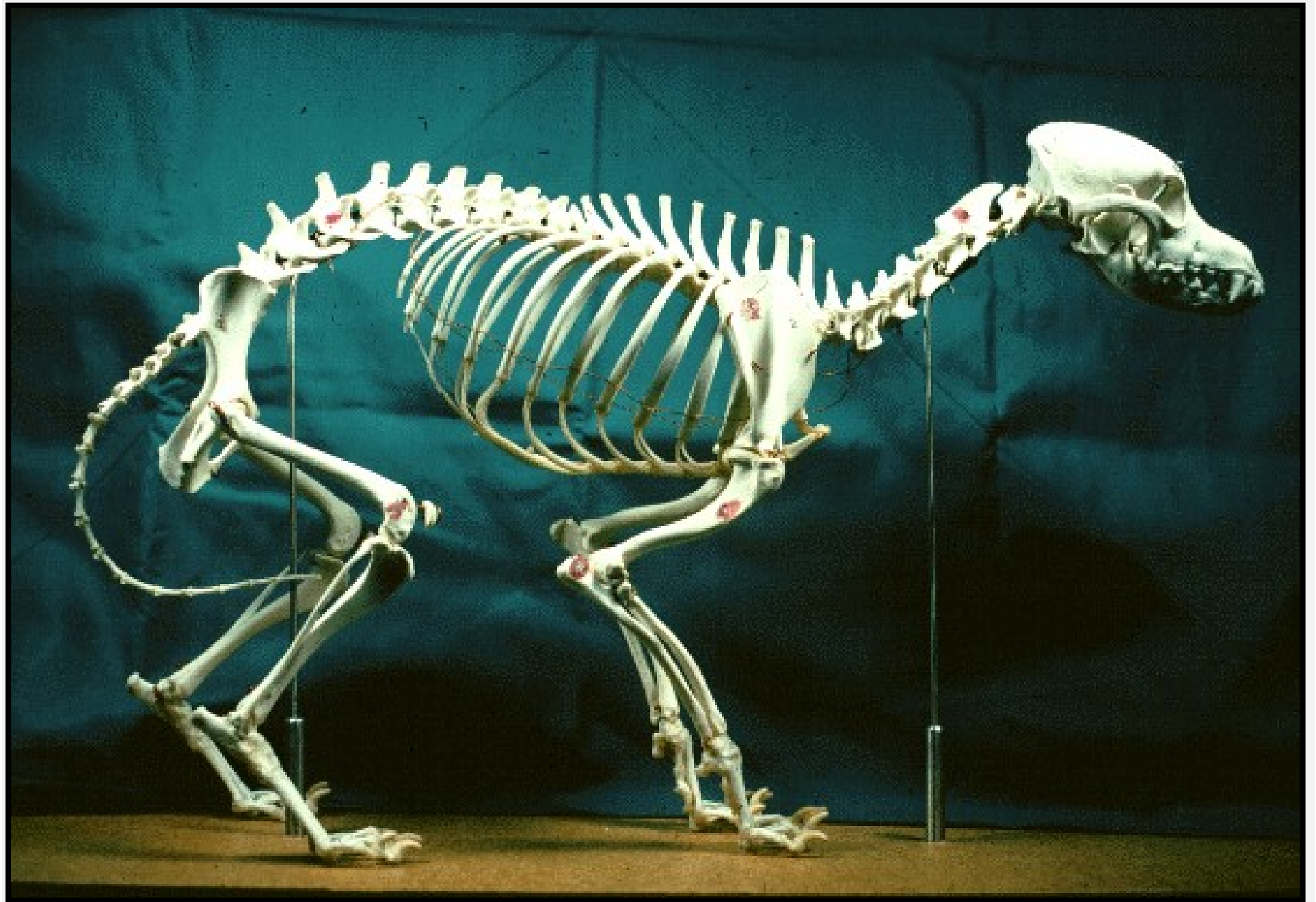
Uzun kemik

İrregüler kemik
(etmoid, vertebra)

Yassı kemik

Sesamoid kemik





MİKROSKOBİK YAPISINA GÖRE KEMİK DOKU TİPLERİ

1. Primer kemik doku

2. Sekonder kemik doku

Primer kemik doku (olgunlaşmamış kemik doku- ilk
şekillenen kemik doku)

- İntrauterin hayatta şekillenir.
- Sekunder kemik dokusuna dönüşürler.
- Kollagen iplikler düzensiz ağlar oluşturur.
- Temel madde yeterince kireçleşmemiştir.
- Doku hücreden yana zengindir.

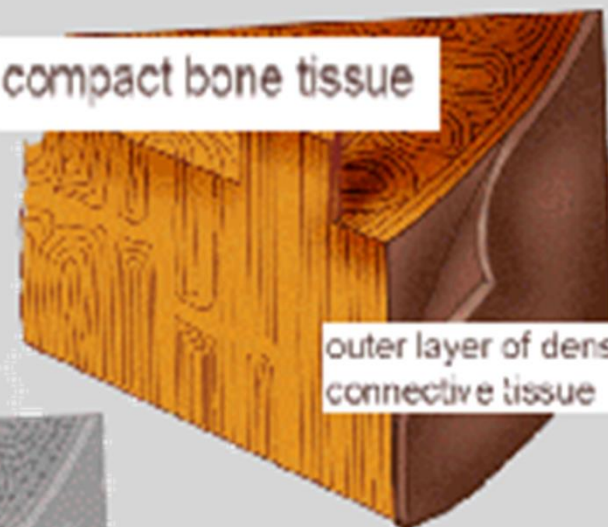
Sekonder kemik doku (olgunlaşmış kemik doku - lamelli yapı gösterir).

- Kollagen iplikler kemik lamellerinde özel biçimde dizilirler.
- Birbirine paralel komşu lameldekilere çaprazdırlar, spiraller yaparlar.
- Kalsiyum tuzları, hidroksiapatit kristalleri şeklinde kollagen iplikler üzerinde birikmiş olup, mineralizasyon tamamlanmıştır.
- Spongiyöz (süngerimsi) ve kompakt (sert) kemik olmak üzere iki tiptir.

spongy bone tissue

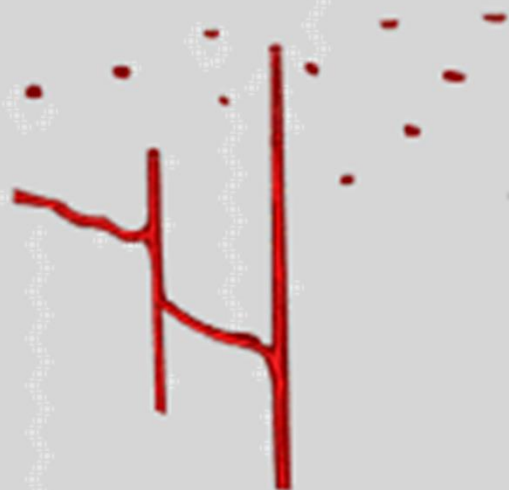


compact bone tissue



outer layer of dense
connective tissue

blood vessels

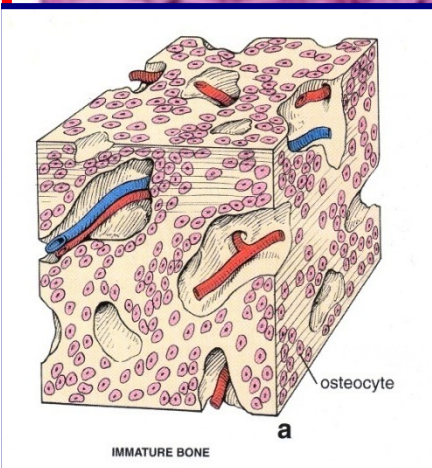
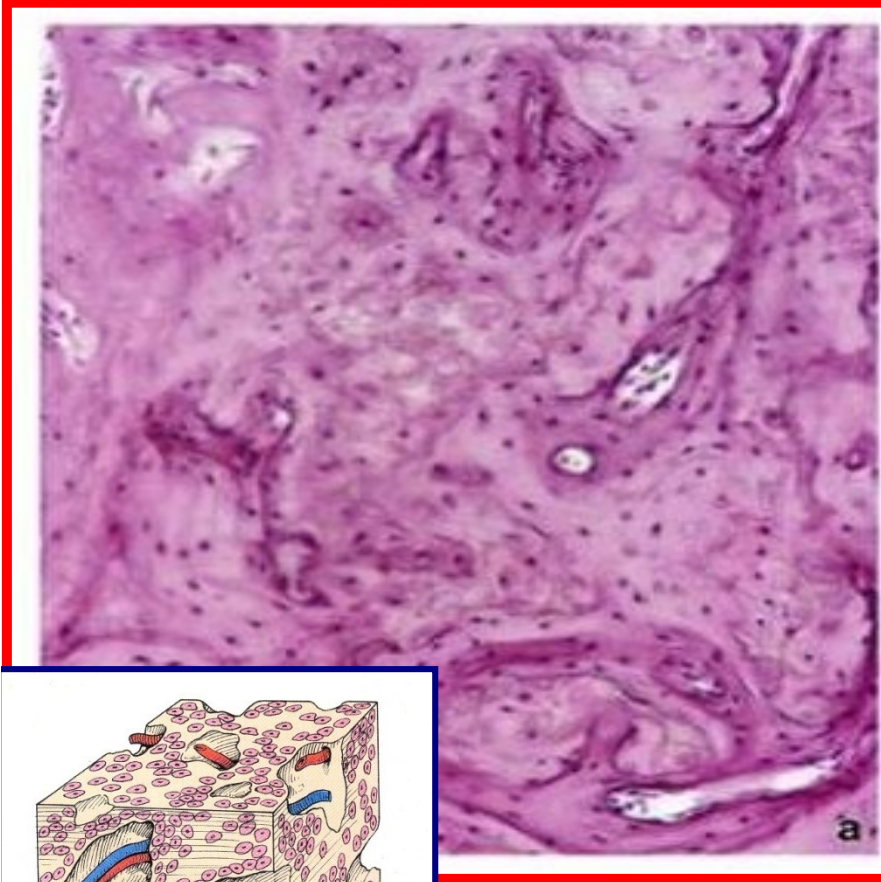


bone cells



Mikroskopik yapısına göre:

Primer
(Olgunlaşmamış) kemik

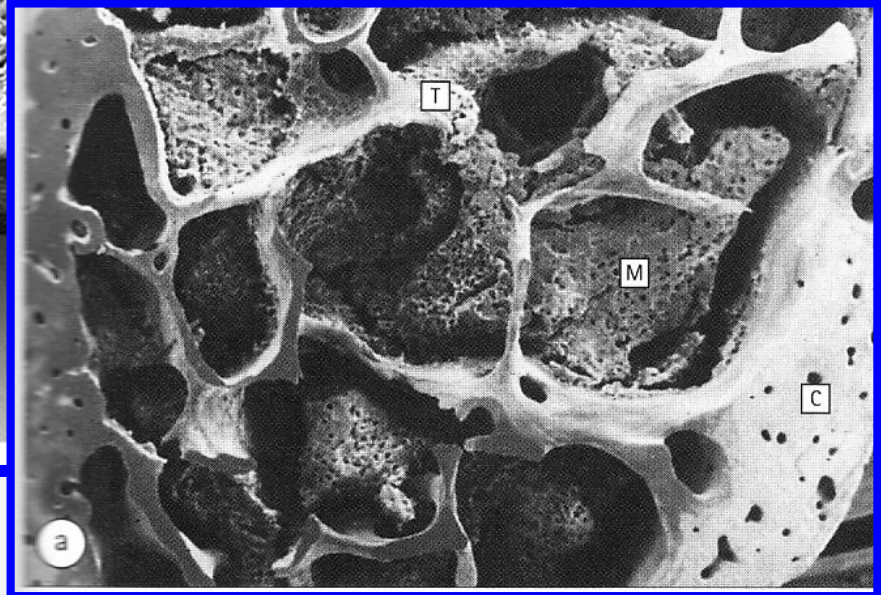
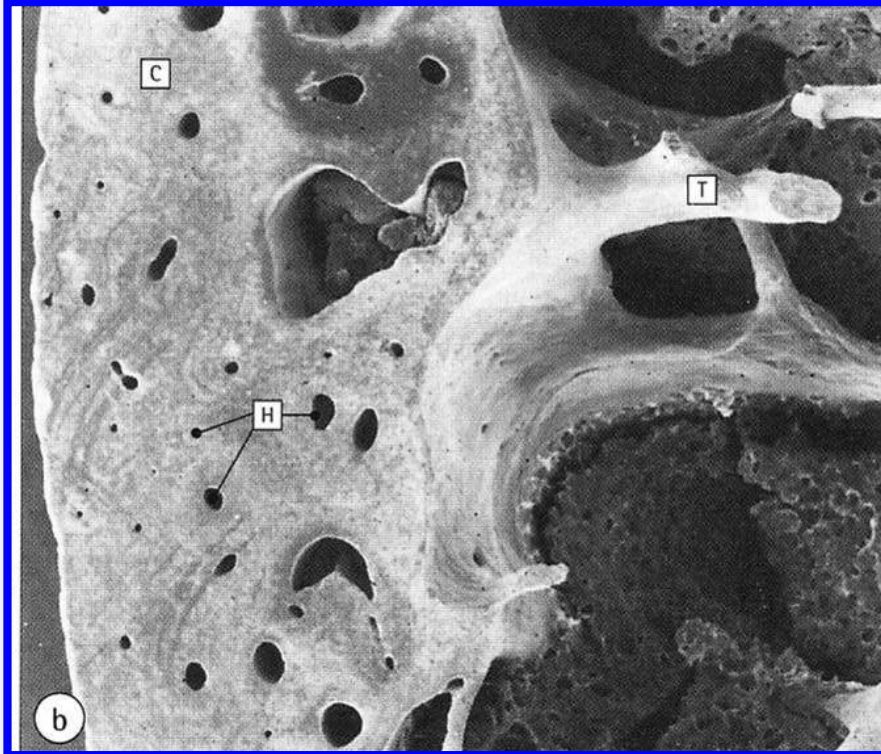
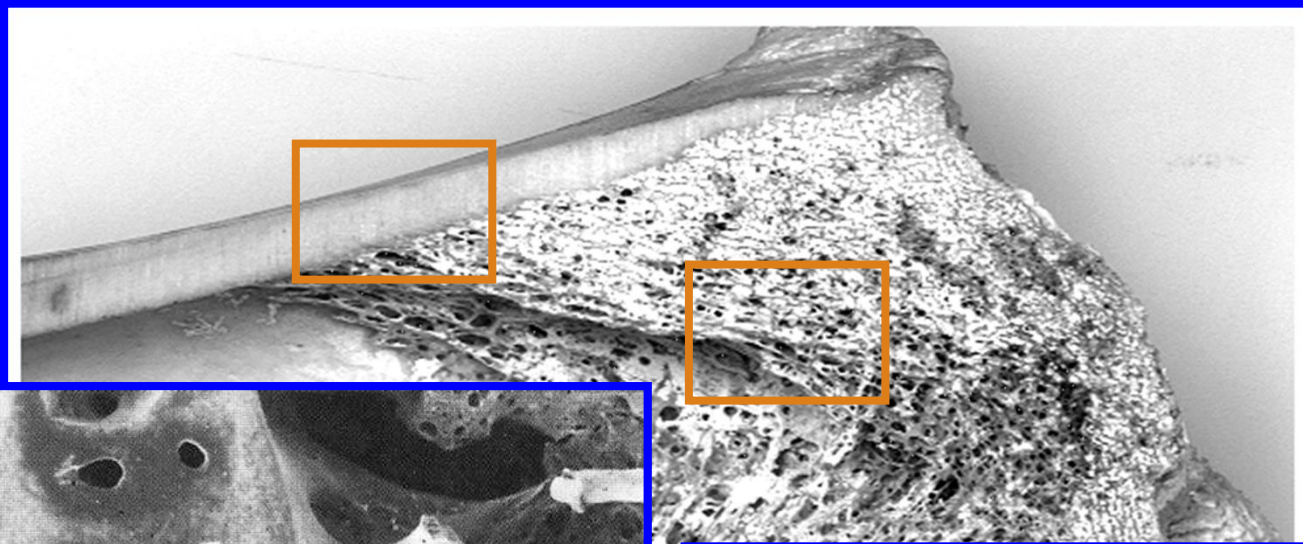


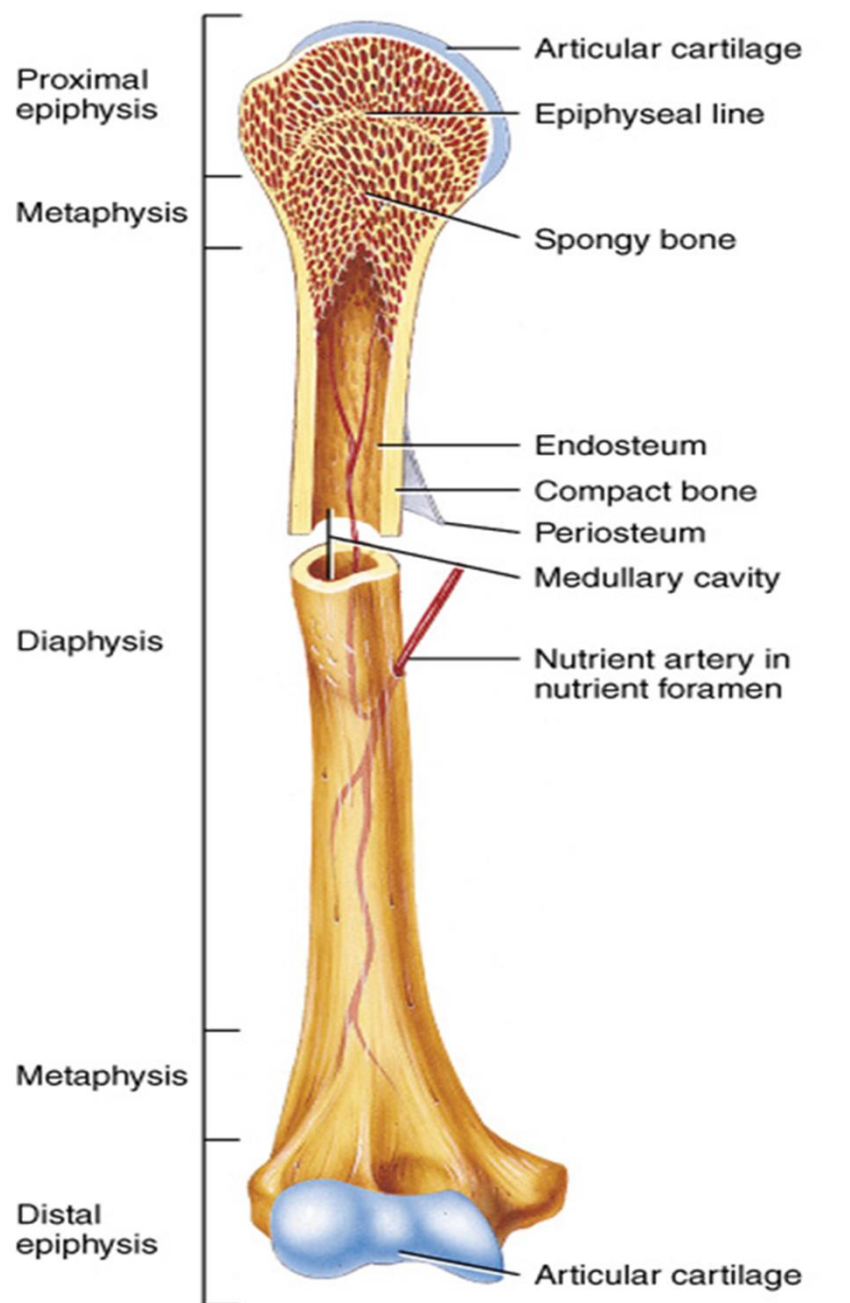
Sekonder
(Lamellar-Olgunlaşmış)
kemik

Makroskobik yapısına göre:

Kompakt kemik

Spongiyöz kemik

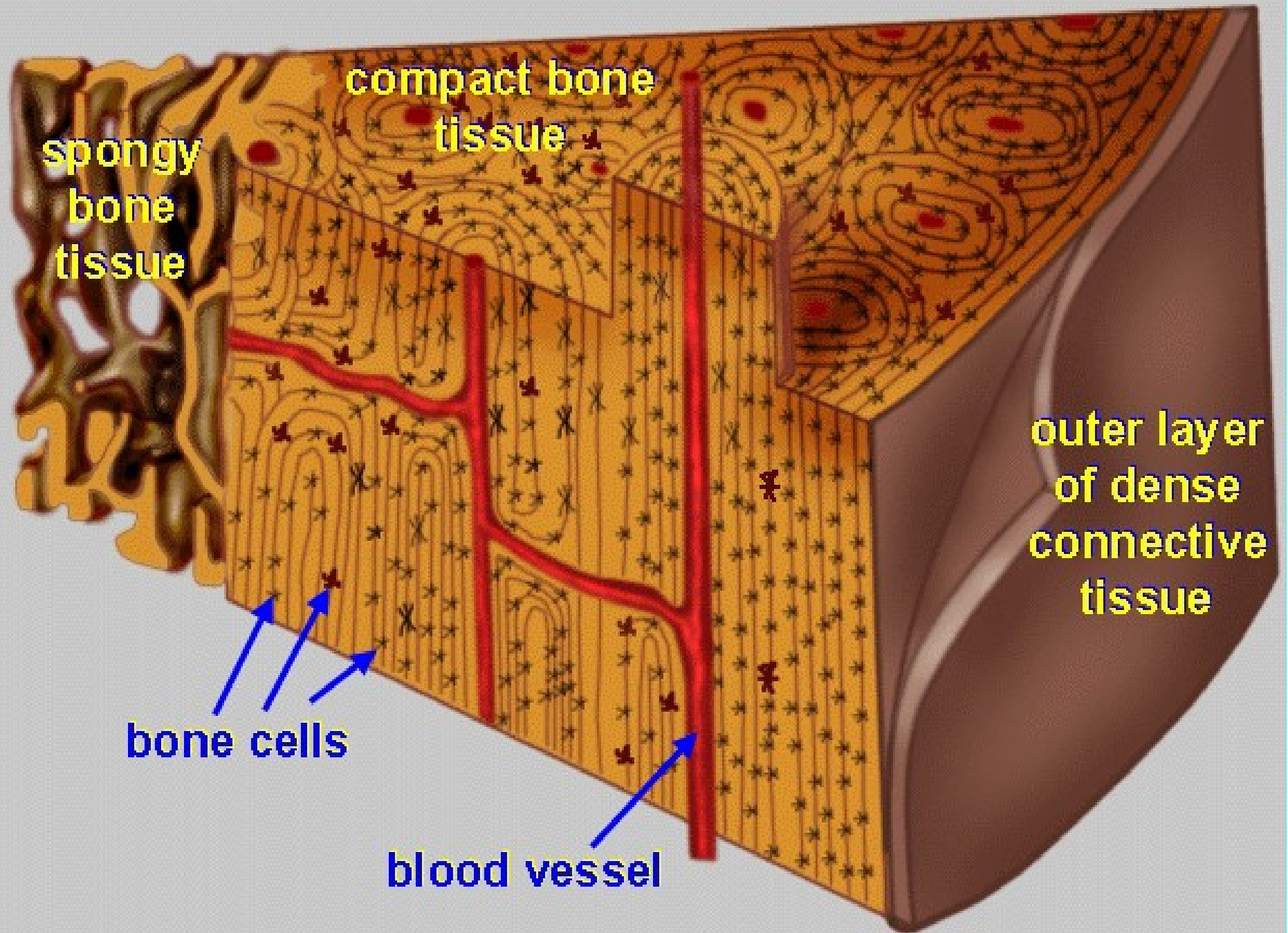


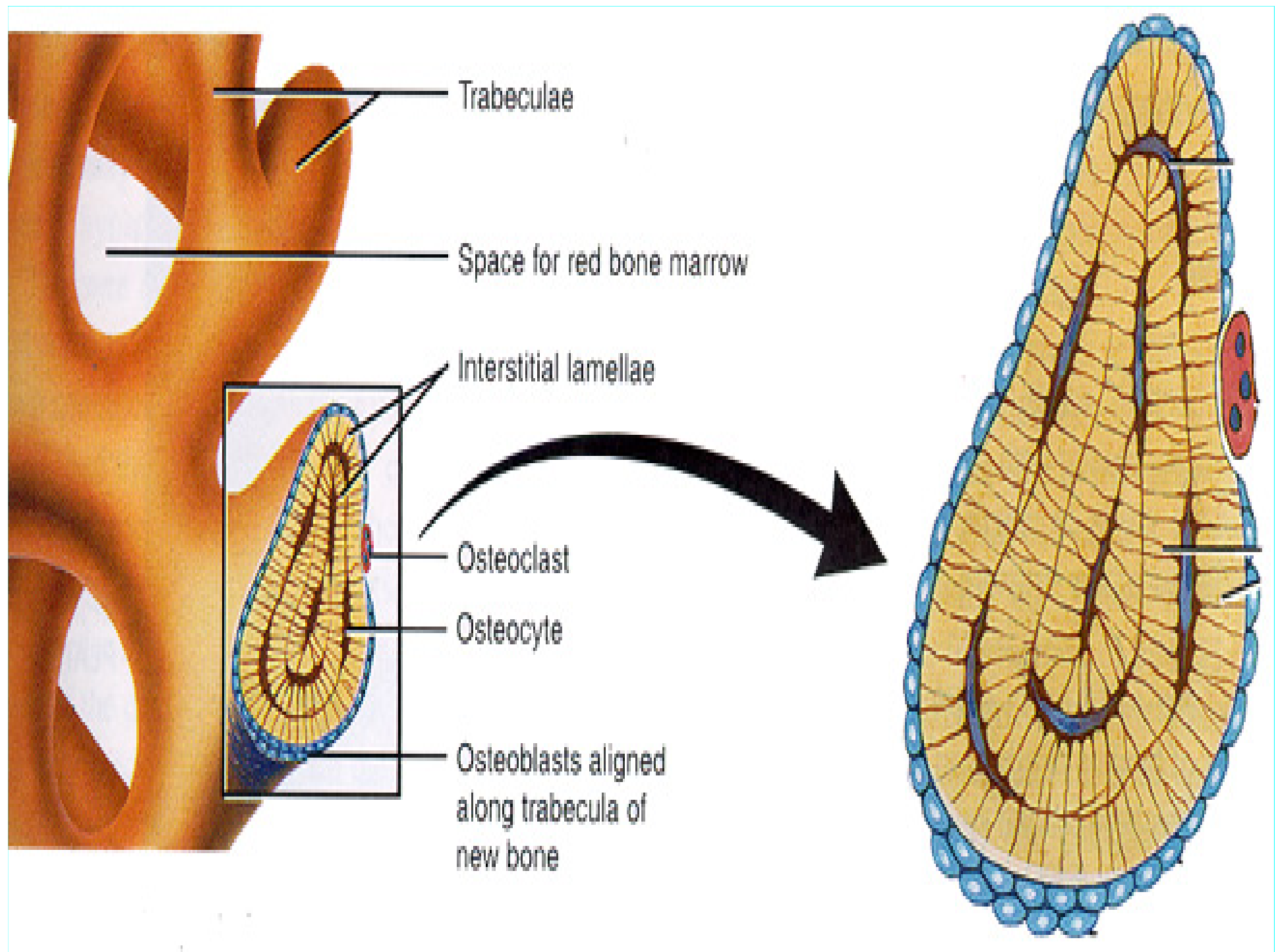


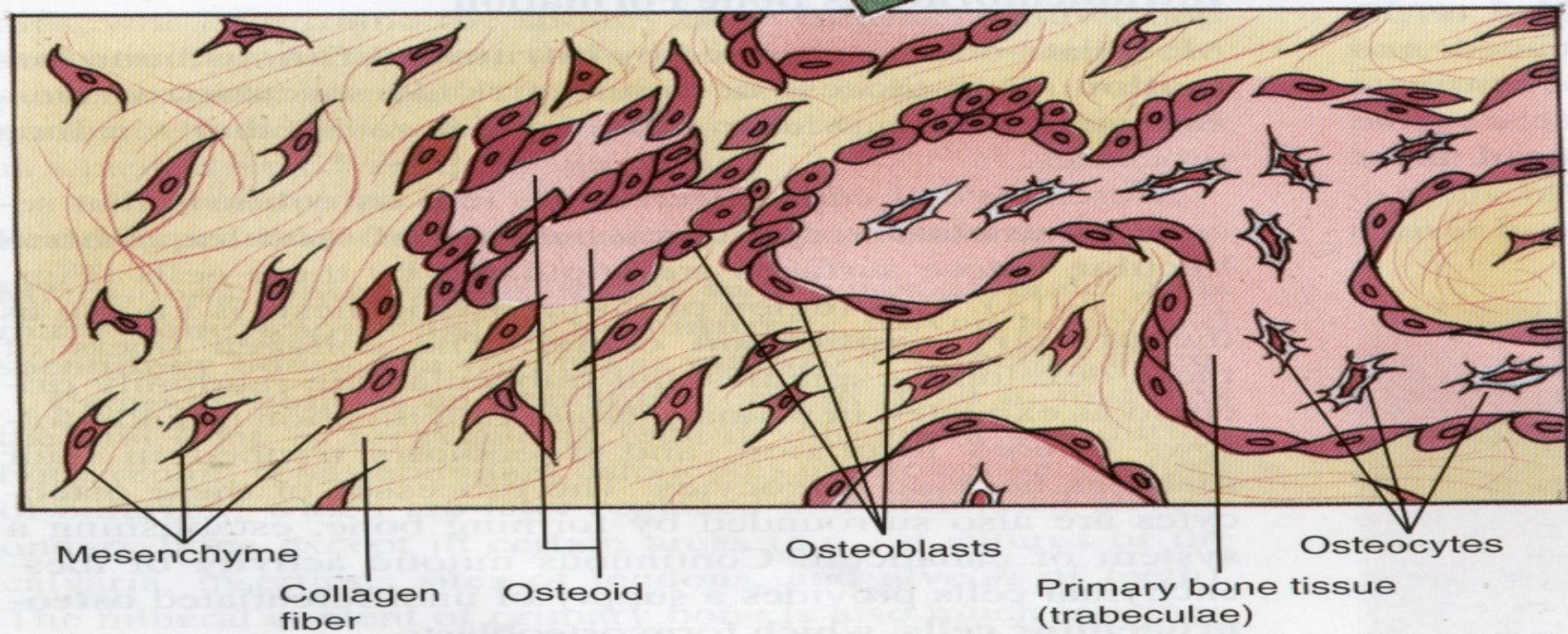
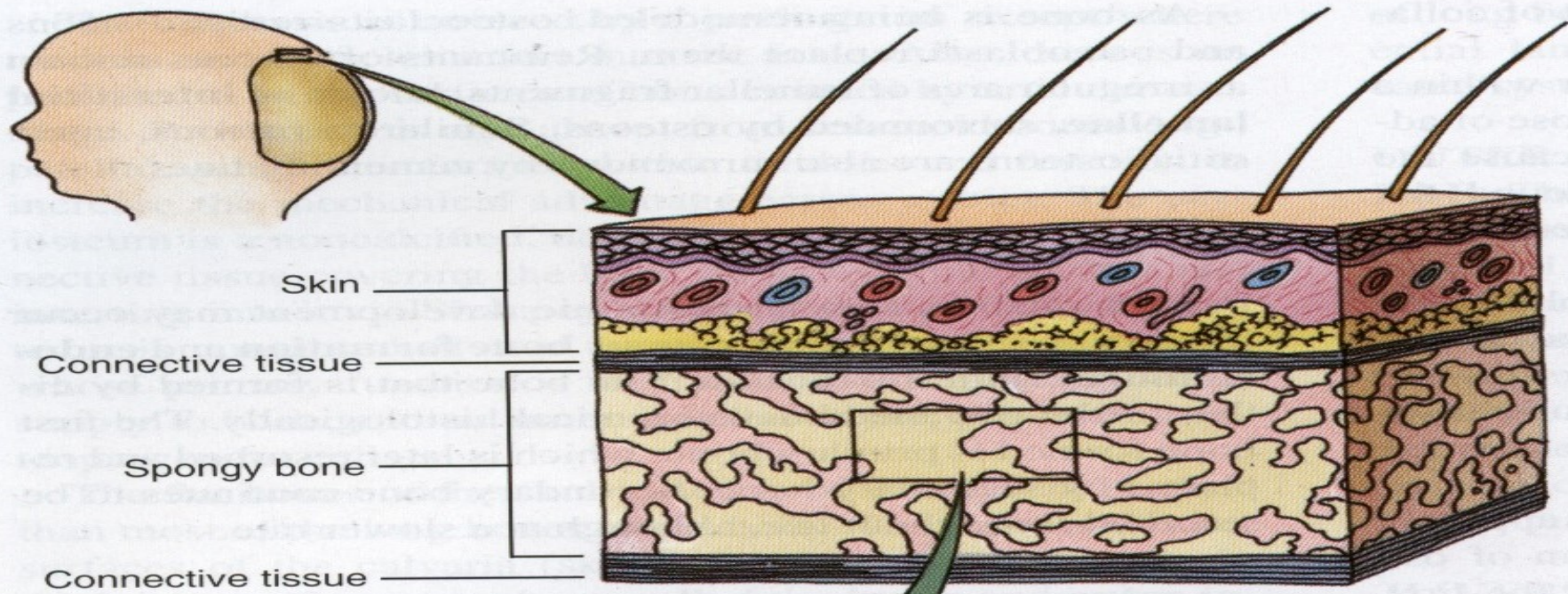
(a) Partially sectioned humerus (arm bone)

Spongiyöz (Süngerimsi) Kemik;

- Kısa ve uzun kemiklerin epifiz ve metafizi,
- Yassı kemiklerin iç kısımlarında bulunur.
- Anastomozlaşan kemik trabeküllerinden oluşur.
- Trabeküllerdeki lameller paralel seyirlidir ve aralarında kemikiliği ile dolu boşluklar vardır.
- Kemik dokunun beslenmesi kemik iliğindeki damarlardan kanaliküller aracılığı ile olur.
- Havers ve Volkmann kanalları yoktur.







Kompakt (Sert) Kemik;

- Tüm kemiklerin dış yüzü kompakt kemikten oluşmuştur.
- Her zaman sekonder kemik yapısındadır.
- Kemik hücreleri lameller üzerinde bulunur.
- Hücreler ince kanalcıklar aracılığı ile birbirleriyle ve damar içeren kanallarla bağlantı kurarlar.
- Kollagen iplikler birbirine paralel ya da bir vasküler kanal etrafında dairesel dizilmiş lameller halindedir.

➡ **Kompakt kemikte 2 tip kanal vardır.**

1. Havers kanalı: Kemiğin uzun eksenine paralel yerleşir.

- * Endosteum ile örtülü, kan damarları ve sinirleri içeren silindirik bir yapıya sahiptir.
- * Enine kesitte daireler şeklinde görülürler.

2. Volkmann (Folkman) kanalı: Komşu havers kanallarını birbirlerine bağlarlar.

- * Enine kesitte, boyuna seyrederek şekilde görülür.
- * Kanal içersinden sinirler ve kan damarları geçer.

Kompakt kemikte kemik lamelleri (3 Tip)

- Kompakt kemikte kemik lamelleri üç farklı yerleşimi gösterir.

1- Spesiyal lameller:

- Havers kanalı çevresinde yer alan lamellerdir.
- Havers kanalı ve lameller birlikte **Ostoen** veya **Havers Sistemi** olarak tanımlanır.

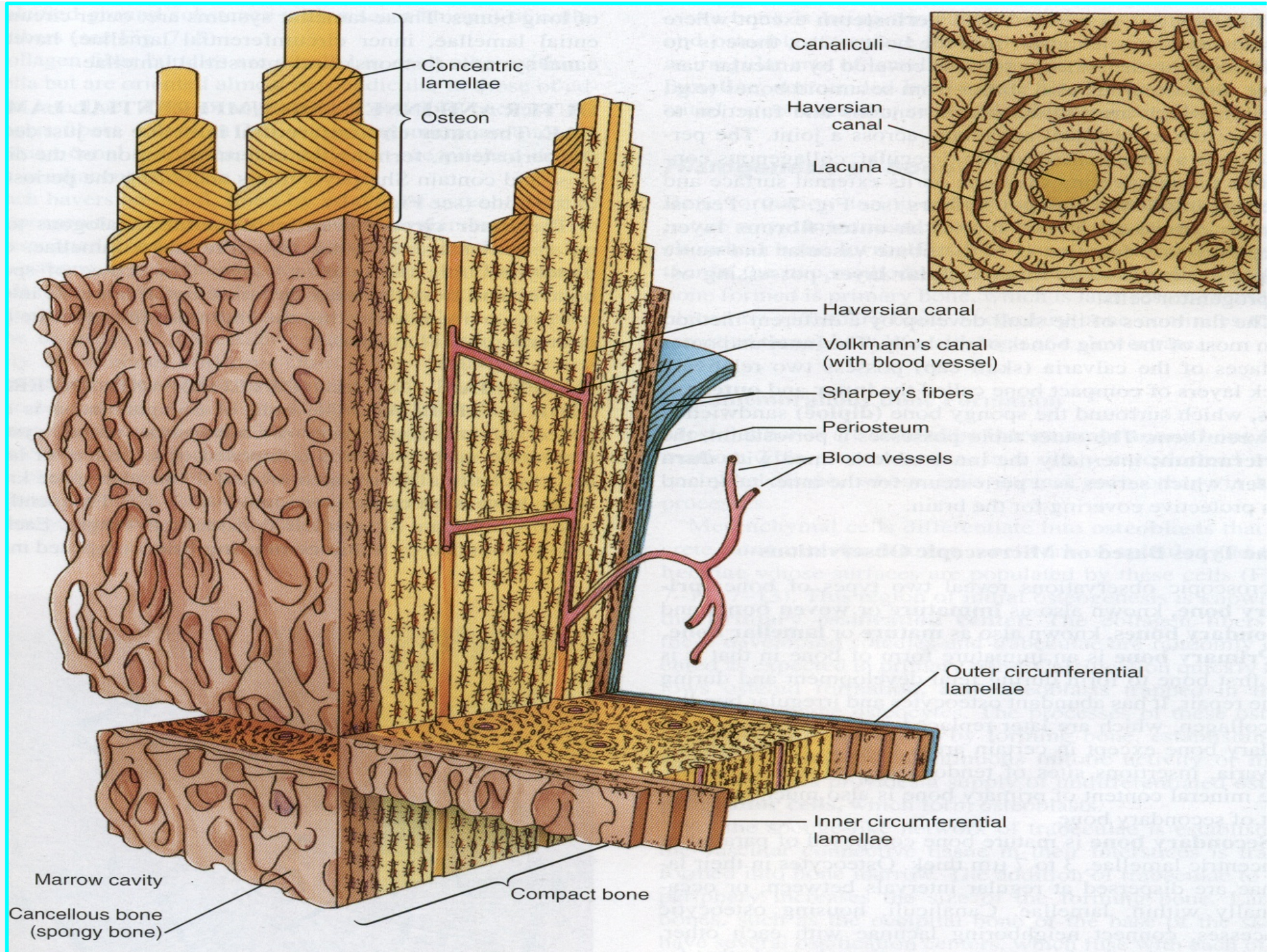
2- Ara (İntersitisyel) lameller:

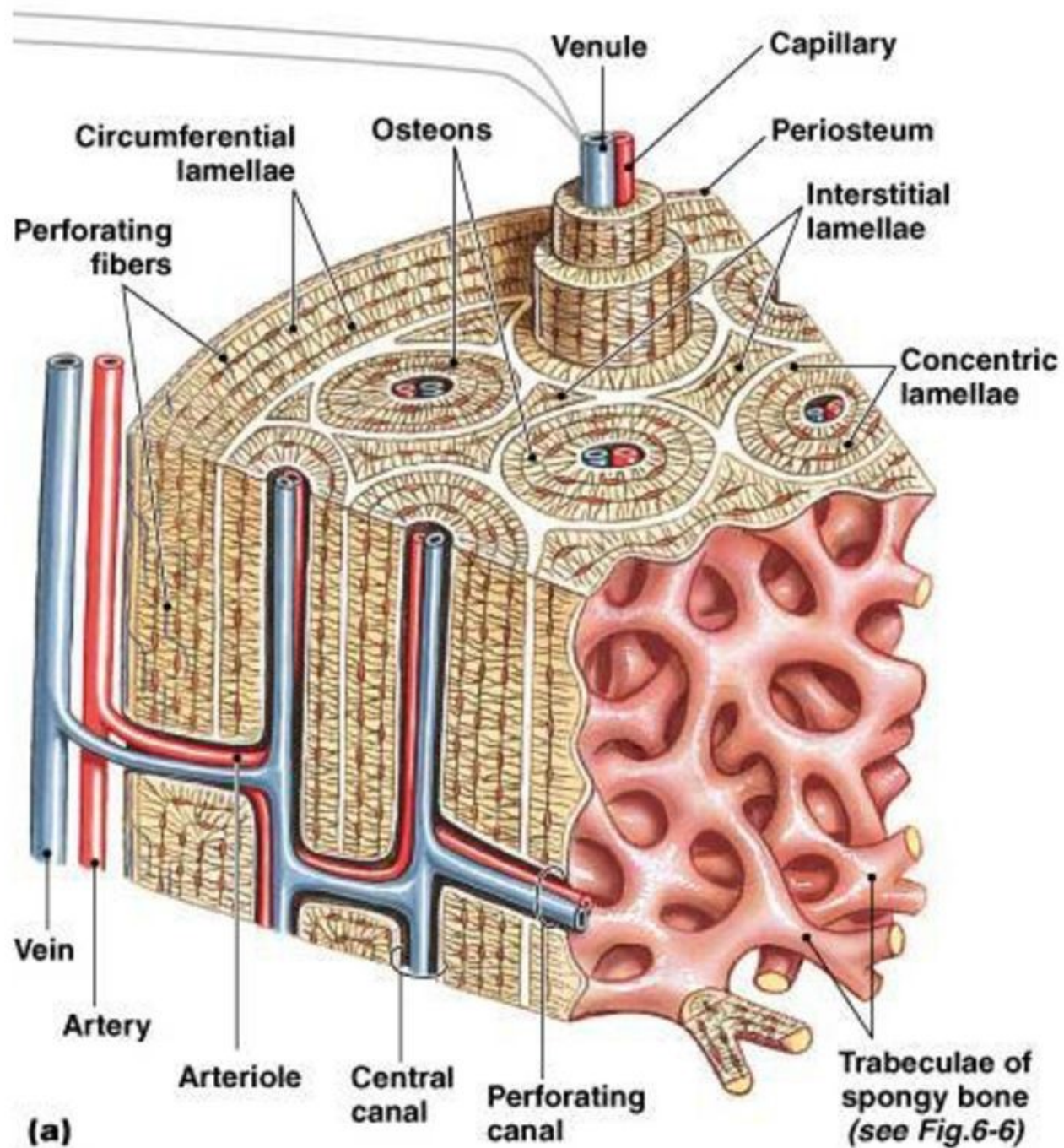
- Osteonların aralarında kalan alanları dolduran lamellerdir.

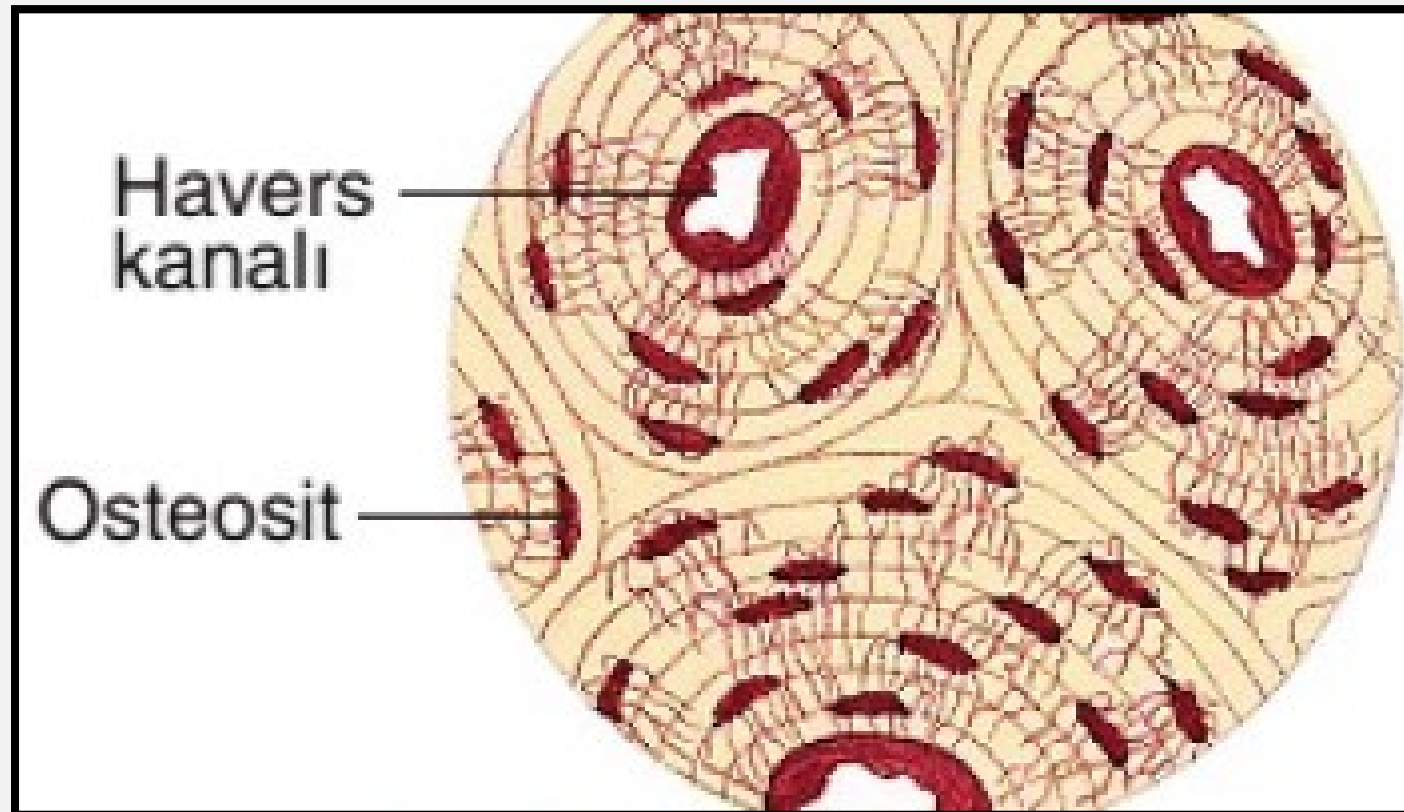
3- Sirkumferensiyal lameller:

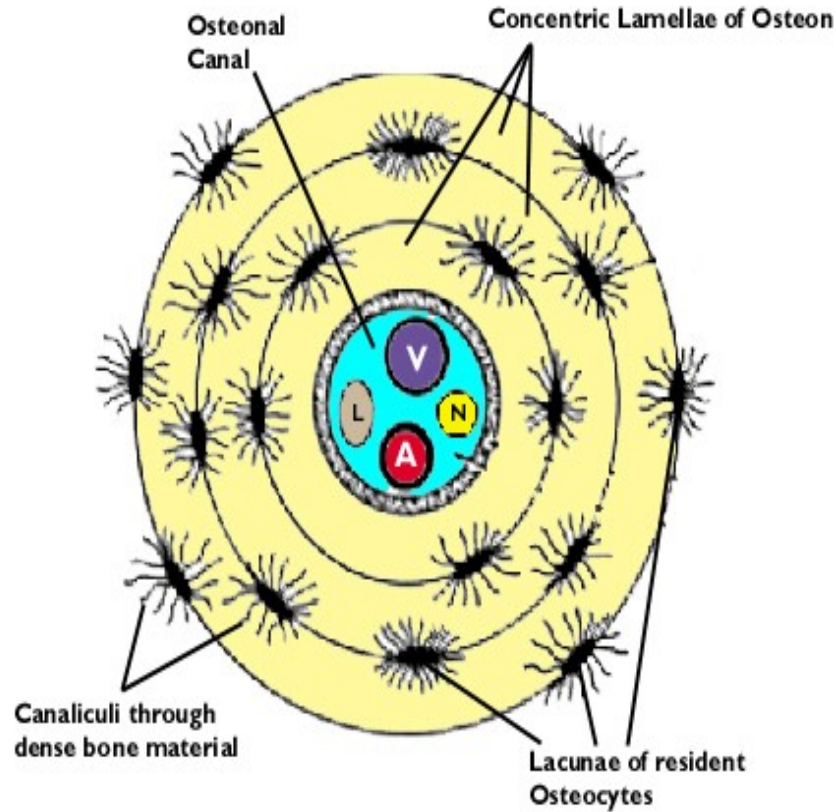
- Kemığın iç ve dış yüzeyinde bulunan lamellerdir.
 - * İç sirkumferensiyal lameller
 - * Dış sirkumferensiyal lameller

- Periostun dış kısmındaki kalın kollagen iplik demetleri, içeride kemiğin dış sirkumferensiyal lamellerini, endostun altındaki kollagen ipliklerde iç sirkumferensiyal lamelleri meydana getirir.



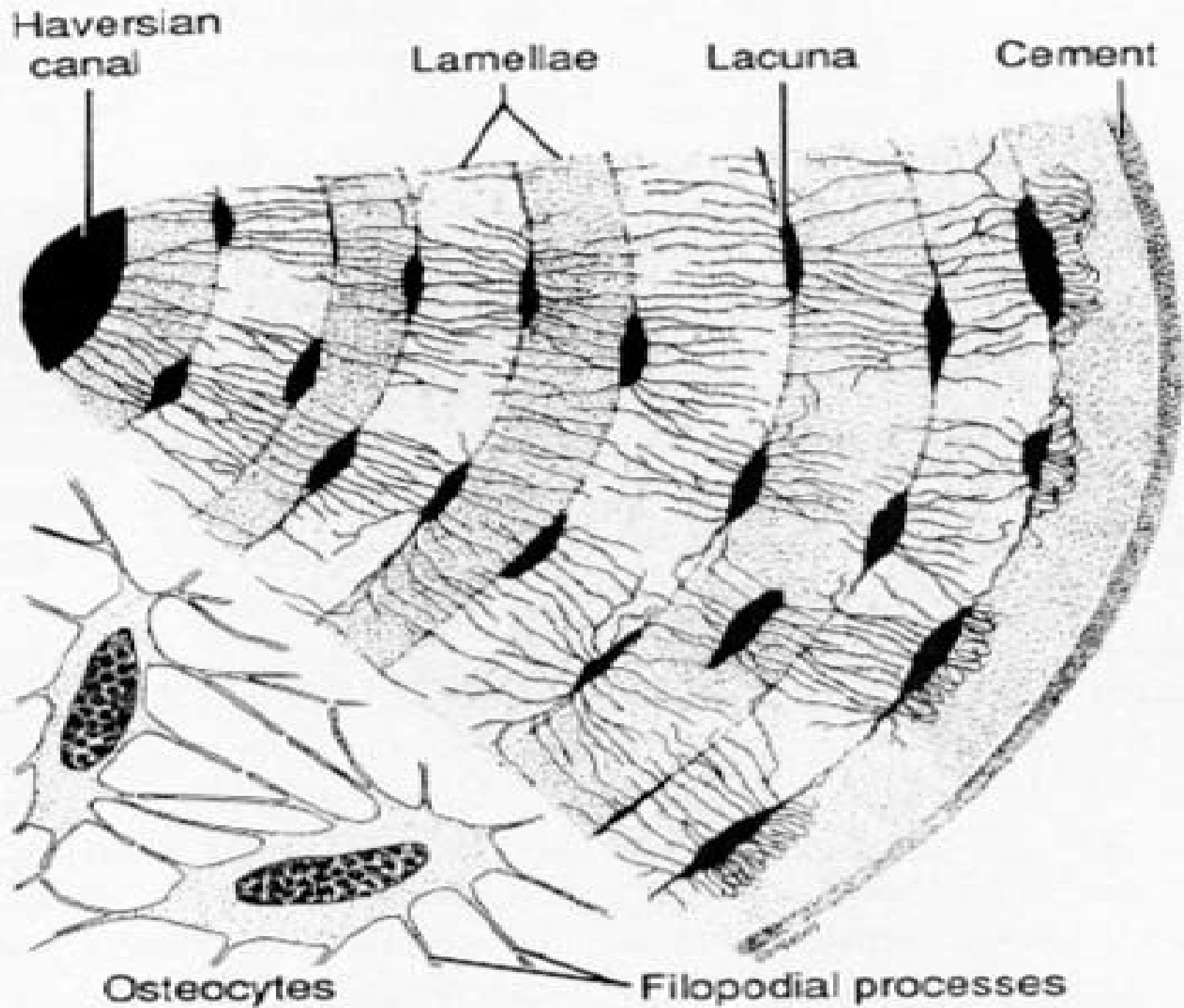






Osteon;

➡ Bir Havers kanalı ve çevresindeki spesiya lamellerin birlikte oluşturduğu sisteme **osteon** veya **Havers sistemi** denir.



KEMİK HÜCRELERİ

- Osteoprogenitor hücreler (osteojenik hücre)
- Osteoblastlar
- Osteositler
- Osteoklastlar

Osteoprogenitor hücreler (osteojenik hücre):

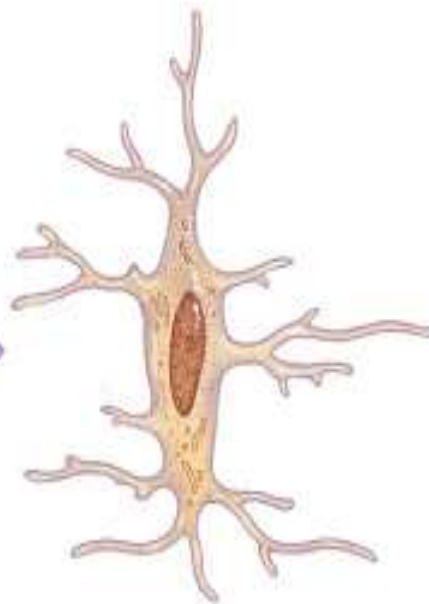
- Kemik hücresi olma yönünde koşullanmış mezenşim hücreleridir.
- Bu hücreler mitotik aktivitelerini kaybetmedikleri için bölünerek diğer hücrelere farklılaşabilirler.
- Sekonder kemiklerin periost ve endostunda, havers ve volkmann kanallarında bağ dokuda (inaktif olarak) bulunurlar.
- Kemik yapımı ve yıkımı sürecinde aktifleşerek mitozla bölünüp çoğalarak osteoblastlara dönüşebilirler.



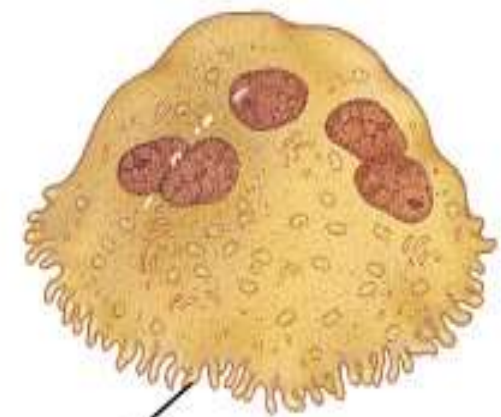
Osteogenic cell
(develops into an
osteoblast)



Osteoblast
(forms bone
tissue)



Osteocyte
(maintains
bone tissue)



Ruffled border

Osteoclast
(functions in resorption, the
destruction of bone matrix)

Osteoblastlar:

- Kemik yapan hücrelerdir.
- Süngerimsi kemikte kemik trabekülleri, kompakt kemikte kemik lamellerinin üzerinde tek sıra olarak dizilmişlerdir.
- Aktivite durumuna göre şekilleri (basık, kübik, prizmatik) değişir.
- Ökromatik çekirdeğe sahiptirler.
- Kemiğin gelişimi, büyümesi ve yeniden yapılanmasından sorumludurlar.

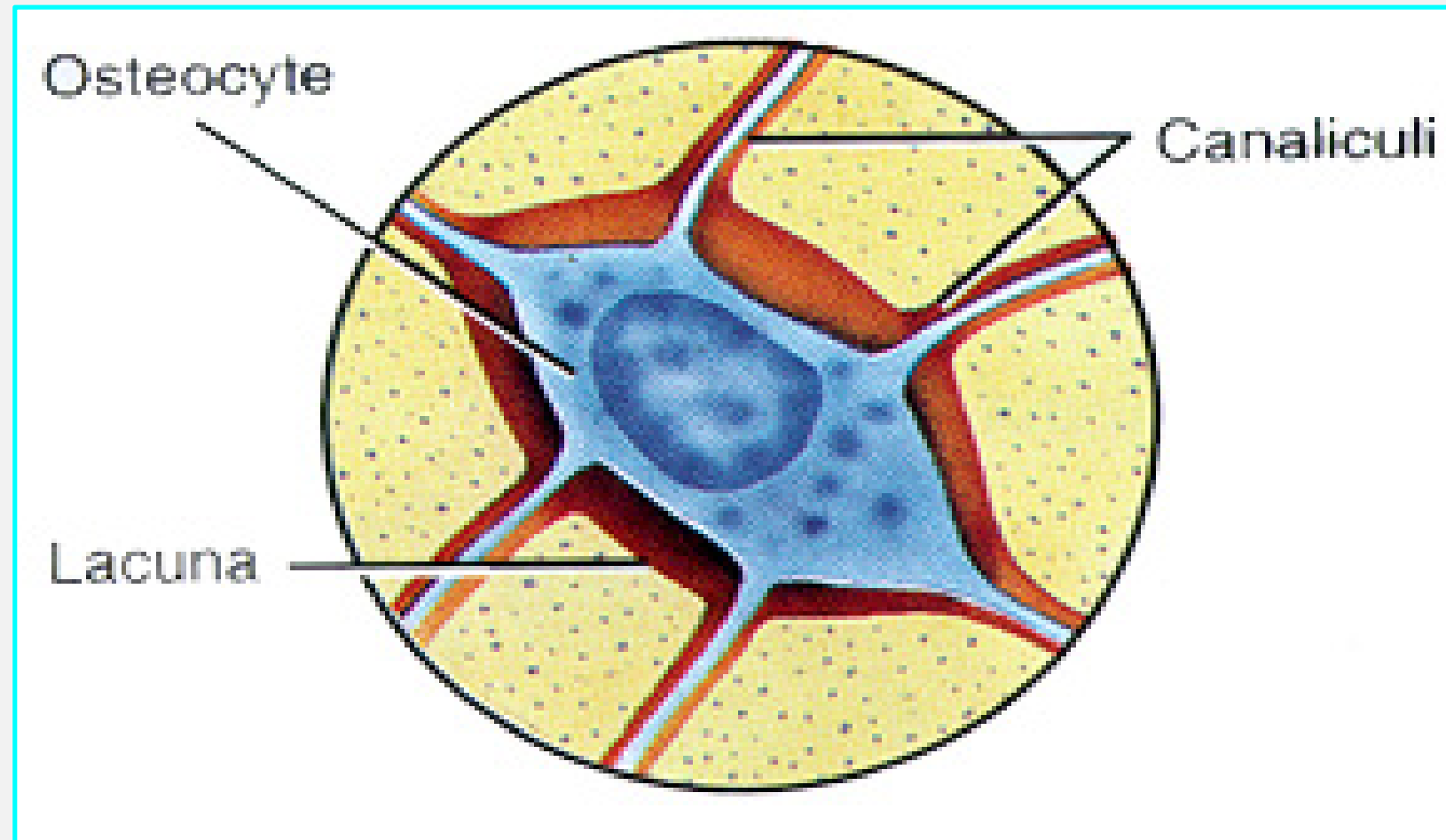
- Kemik matriksinin organik bölümünün sentez ve sekresyonu gerçekleştirirler (Proteoglikan, glikozaminoglikan ve glikoproteinler).
- Henüz kireçleşmemiş bu matrikse osteoid doku adı verilir.
- Osteoid doku kalsifiye olunca osteoblastlar aktivitelerini azaltarak osteositlere dönüşürler.
- Osteoblastların sitoplazması temel maddede kalsiyum depolanmasını sağlayan alkalın fosfatazdan zengindir.

Osteositler;

- Kireçleşmiş matriks içinde kalarak, metabolik aktivitesini azaltan osteoblastlardır.
- Osteositler hücre biçimine uygun boşluk- **lakun-** içine yerleşir.
- Yassı ya da oval şekilli, organelce fakir, heterokromatik çekirdeğe sahip hücrelerdir.
- Bölünme gücünü kaybetmiş hücrelerdir.
- Osteositlerin gövde uzantıları ile lakunların ve kanalikülli osseilerin arasında şekilsiz madde içeren bir tabaka vardır.

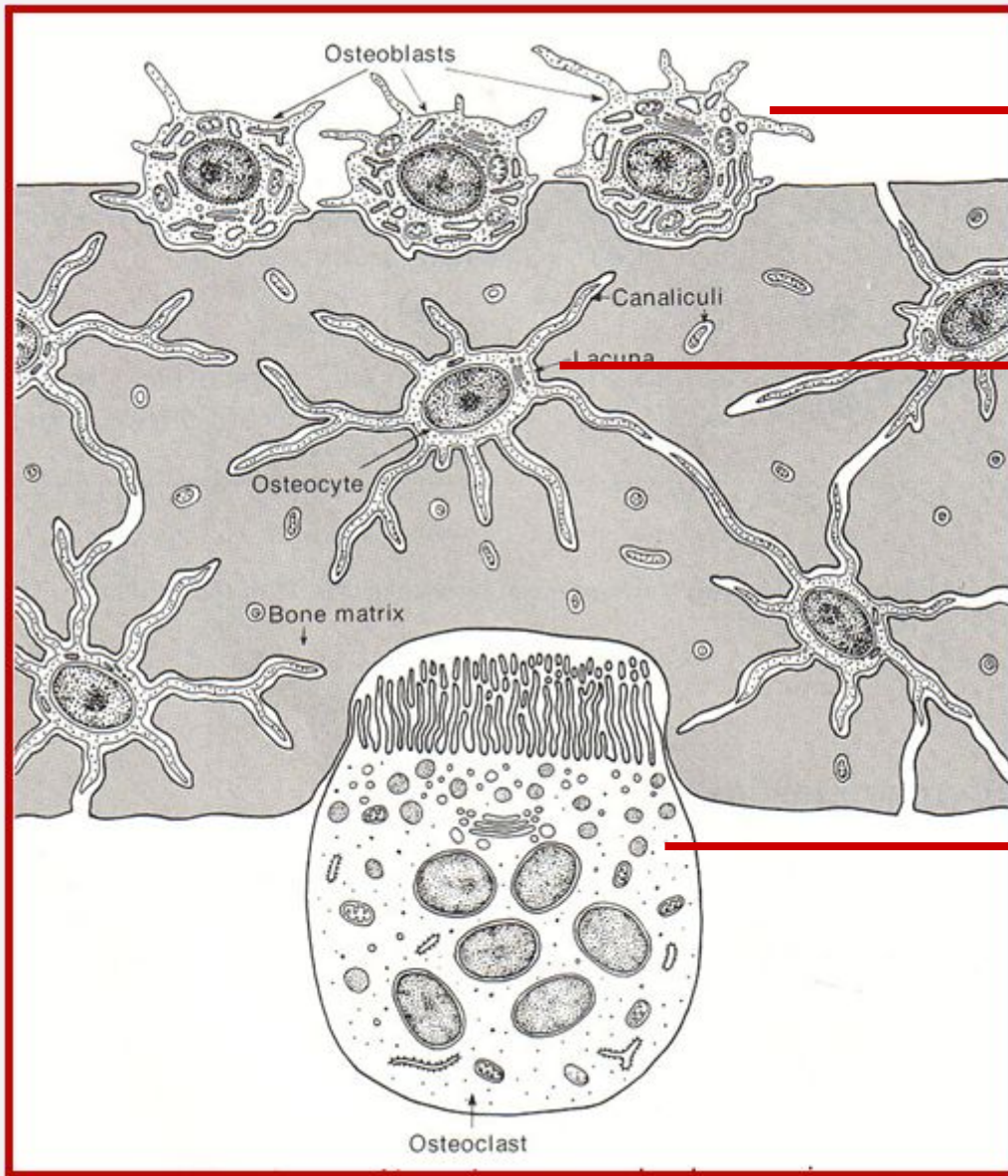
- Sitoplazmik uzantılardan çıkan maddeler, bu tabakayı geçerek matrikse girerler ve matriksin canlı kalmasını sağlarlar.
- Matriksten ayrılan iyonlarda aynı yolla hücrelere girerler.
- Yaşlanan hücrelerin uzantılarının boyları kısalır ve komşu hücreler ile olan bağlantıları kopar.
- Yaşlanıp ölen osteositlerin etrafındaki matriks bozulmaya başlar ve osteoklastlar tarafından rezorbe edilir.

Lakun, osteosit, kanalikuli ossei



Osteoklastlar;

- Mononükleer fagositer sisteme ait hücrelerdir.
- Monositlerin füzyonu ile oluşur.
- İri, çok çekirdekli, asidofilik sitoplazmaya sahip hücrelerdir.
- Sitoplazma golgi aygıtı, mitokondriyon, polizom bakımından zengin, rER dan fakirdir.
- Kemik yapımı esnasında trabeküllerin yüzeylerine ya da kompakt kısımların iç yüzeylerine yerleşerek bu bölgeleri eritirler. (Kemiklerin genişleyip uzayabilmelerine olanak sağlarlar)



Osteoblast

Osteosit

Osteoklast

Kemik Zarları

Periost (periosteum);

- Kemiyi dıştan saran kalın bir zardır.
- Özellikle gelişme döneminde iki katlıdır.
- Dış katı fibroblastlardan zengin bağ doku, iç katı ise osteojenik hücrelerden zengindir.
- Damardan zengindir, foramen nutrisiyum aracılığı ile kemik dokunun da beslenmesine aracılık eder.

- Dış katından ayrılan kollagen iplikler dış sirkumferensiyal lamellere bağlanır, bunlar **SHARPEY İPLİKLERİ** olarak adlandırılır.

Endost (endosteum);

- Periosteumdan daha ince bir zardır, kemik iliği dokusunun devamı olan retiküler bağ dokudan oluşmuştur.
- Kemik dokusuna dönük yüzünde osteoprogenitor hücreler yer alır.

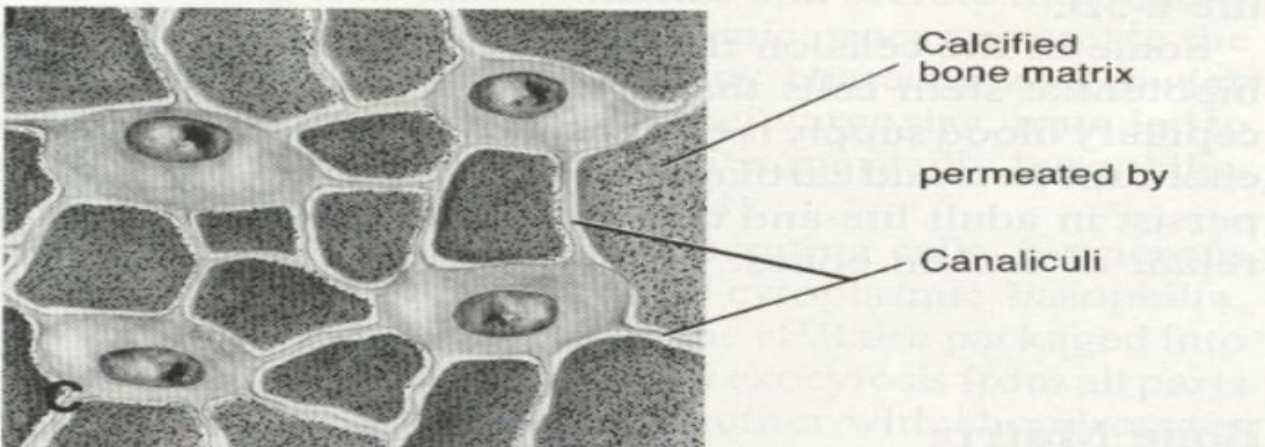
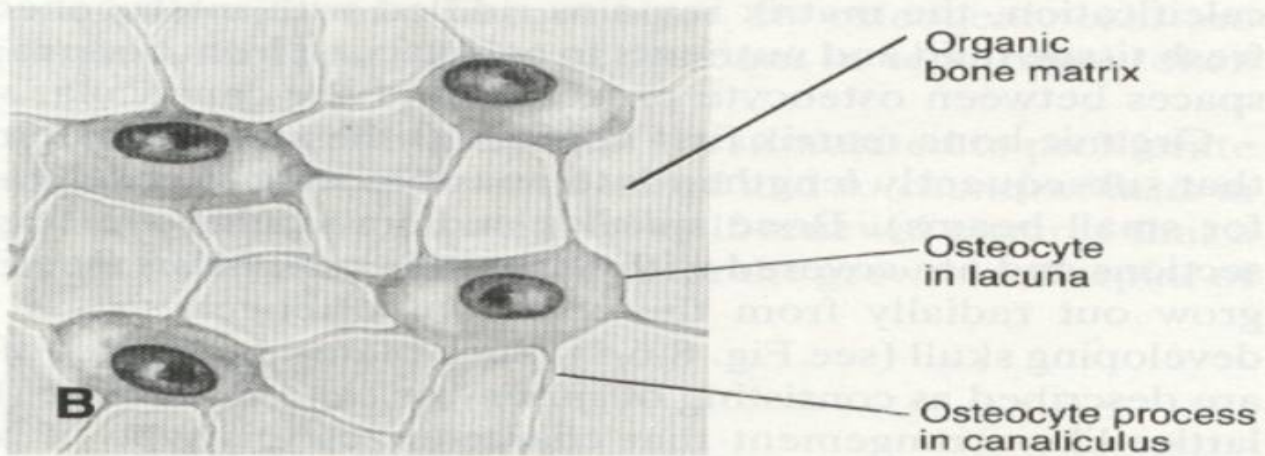
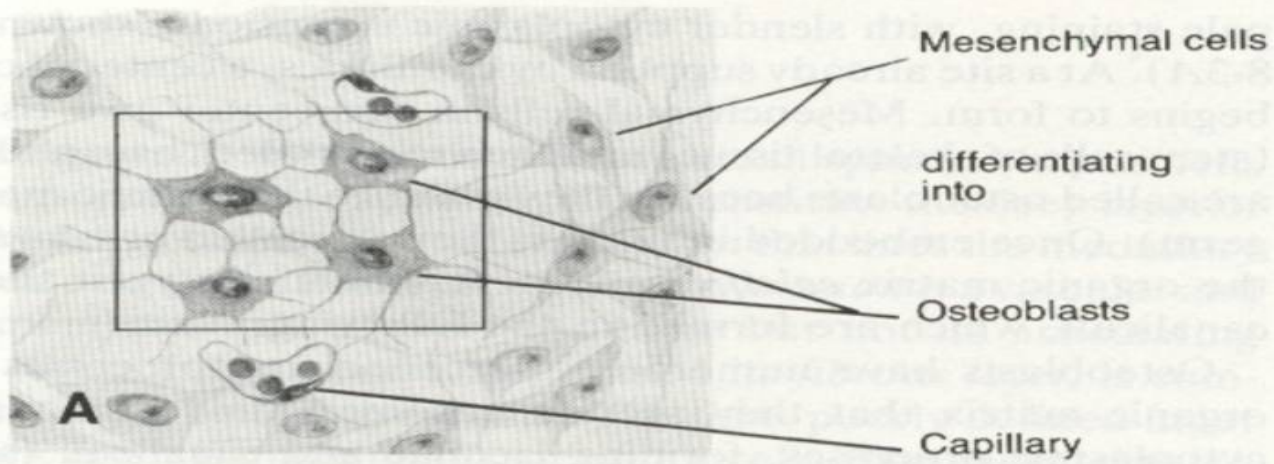
Kemik Oluşumu (Osteogenez)

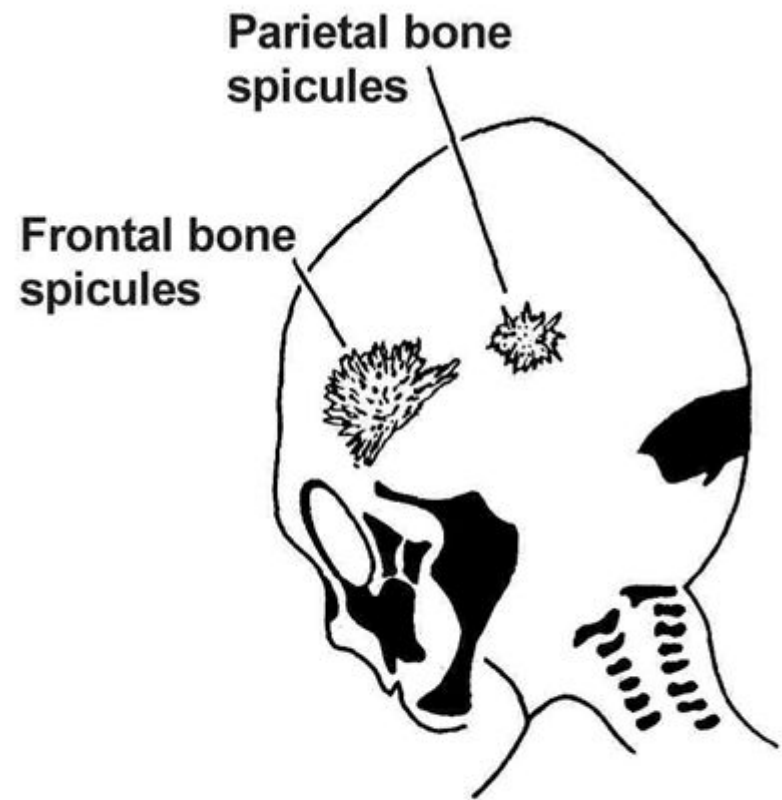
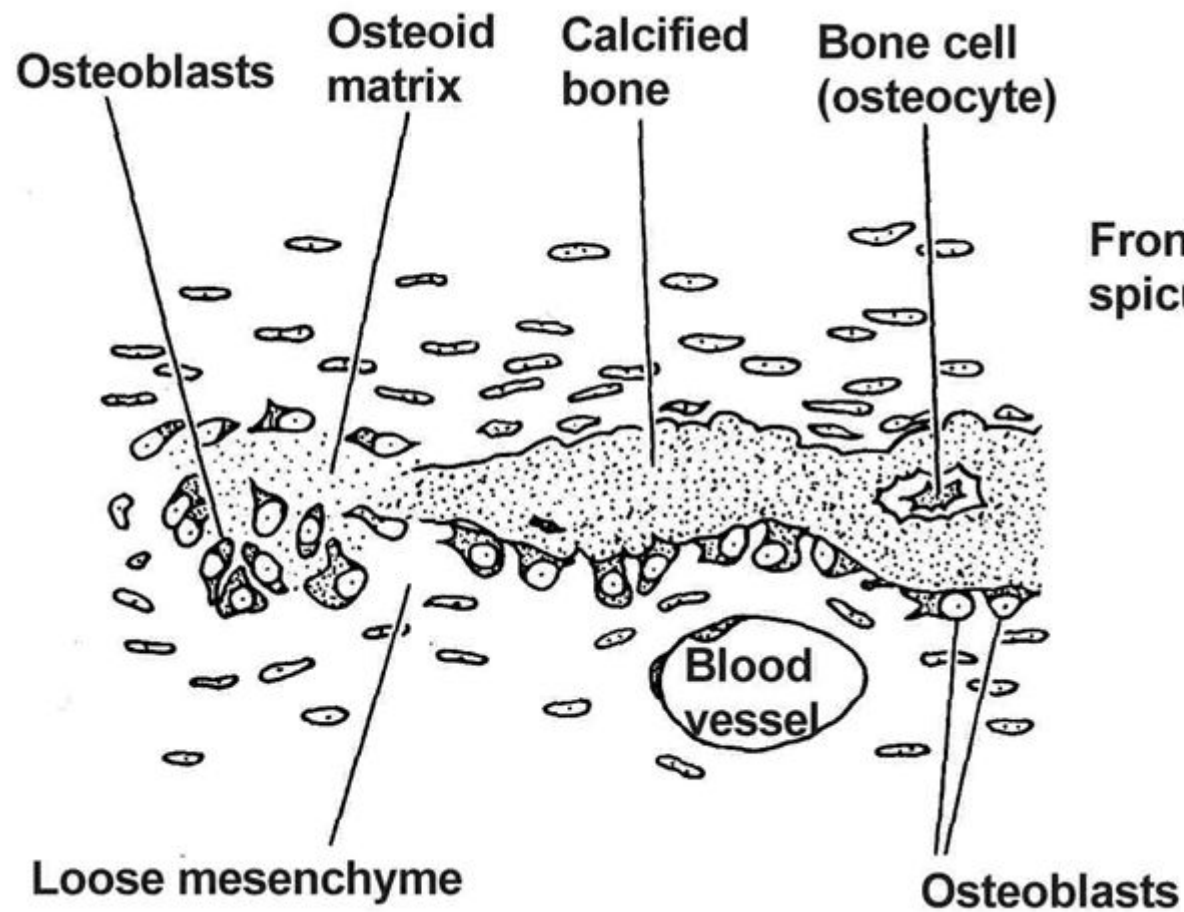
Intramembranöz kemikleşme;

- Kafatasının yassı kemikleri, mandibula ve maxillanın bazı kısımları, kısa ve uzun kemiklerin kompakt kısımları bu tür kemikleşmeyle meydana gelir. (Mezenkim doku direkt kemik dokuya dönüşür)

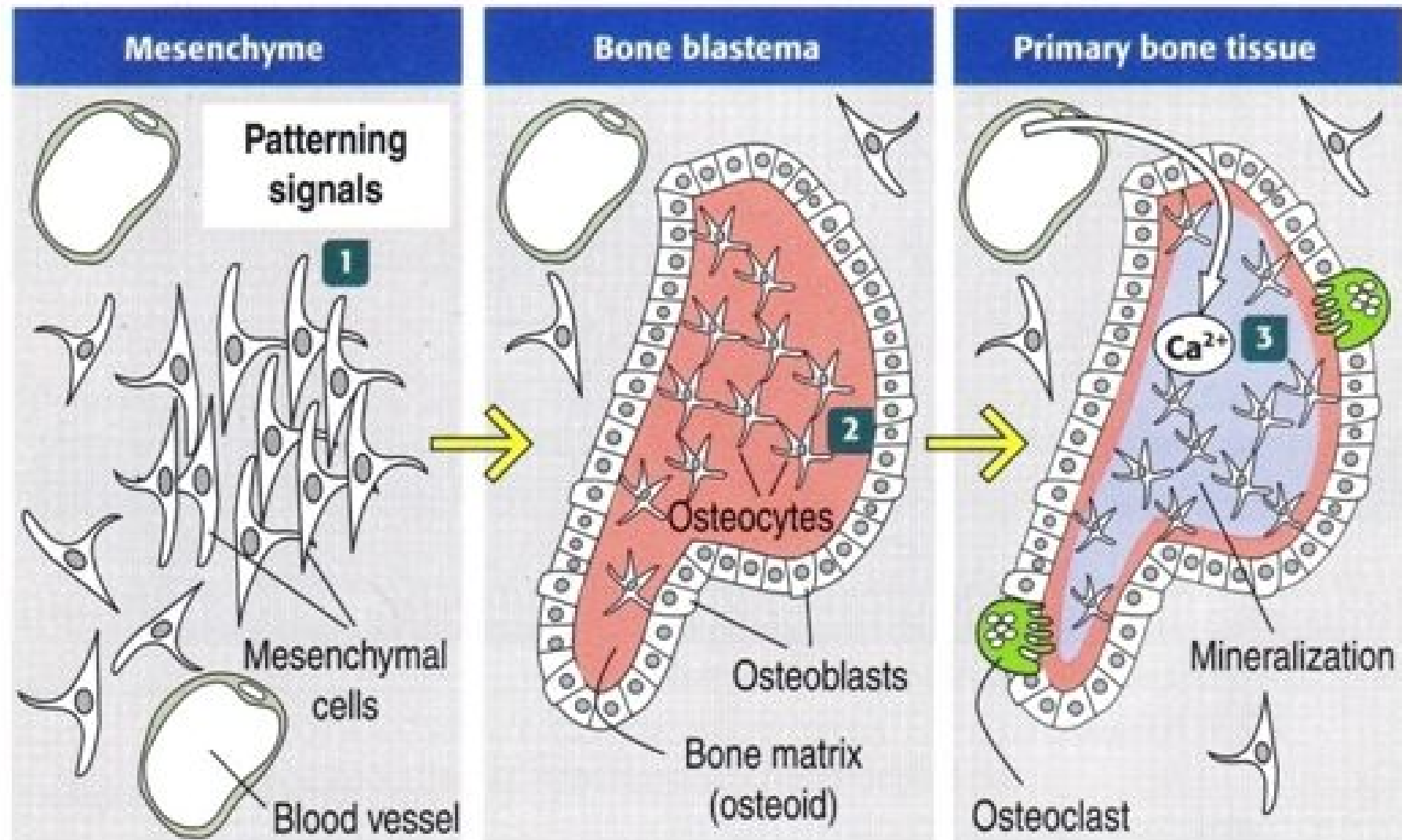
Endokondral kemikleşme;

- Kısa ve uzun kemikler bu tür kemikleşmeyle meydana gelir. (Hyalin kıkırdaktan ufak modeller mg.,sonra bu modellerin yerini kemikler alırlar)

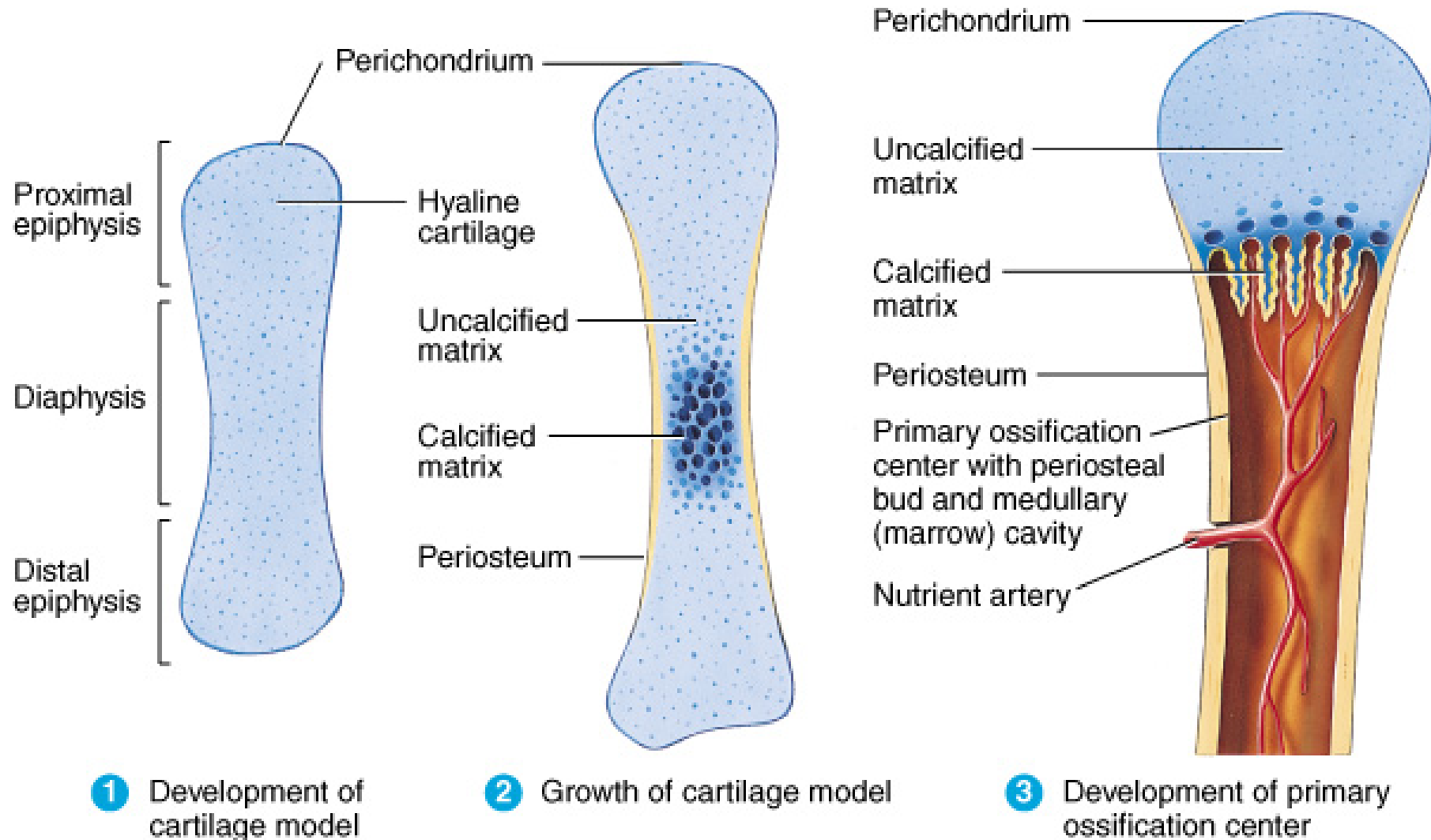




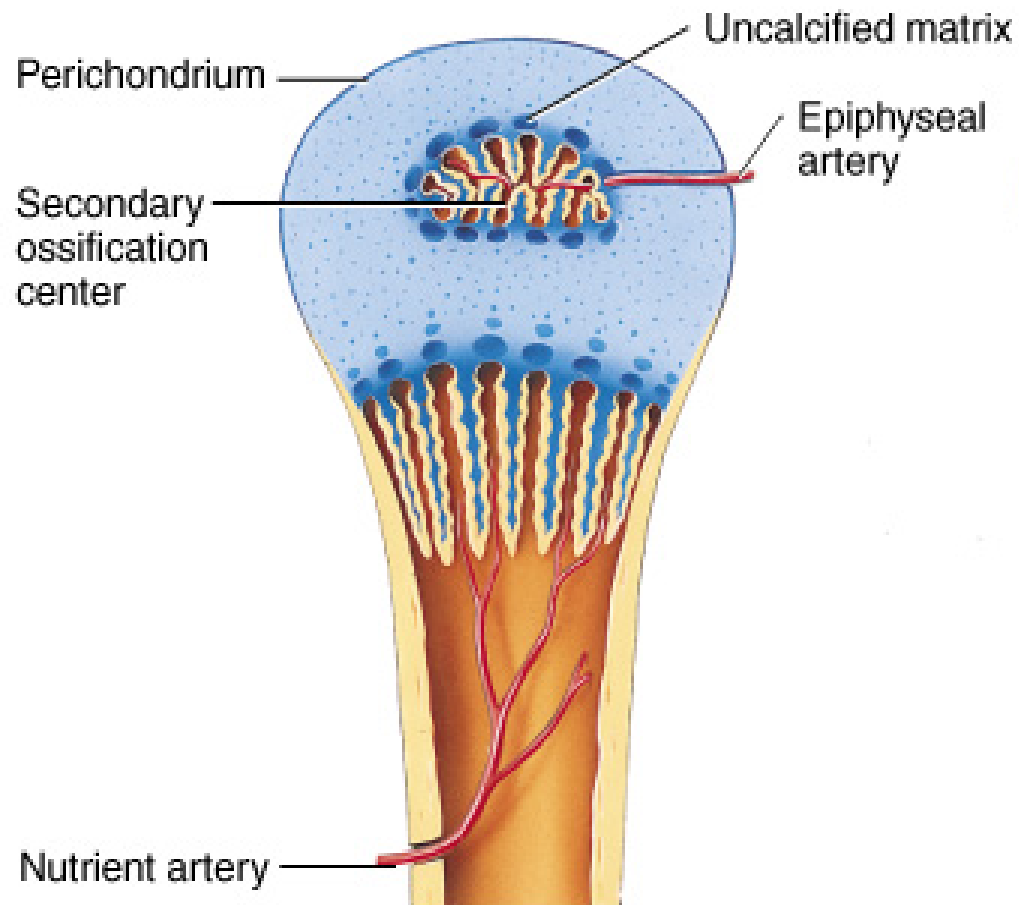
Intramembranous ossification



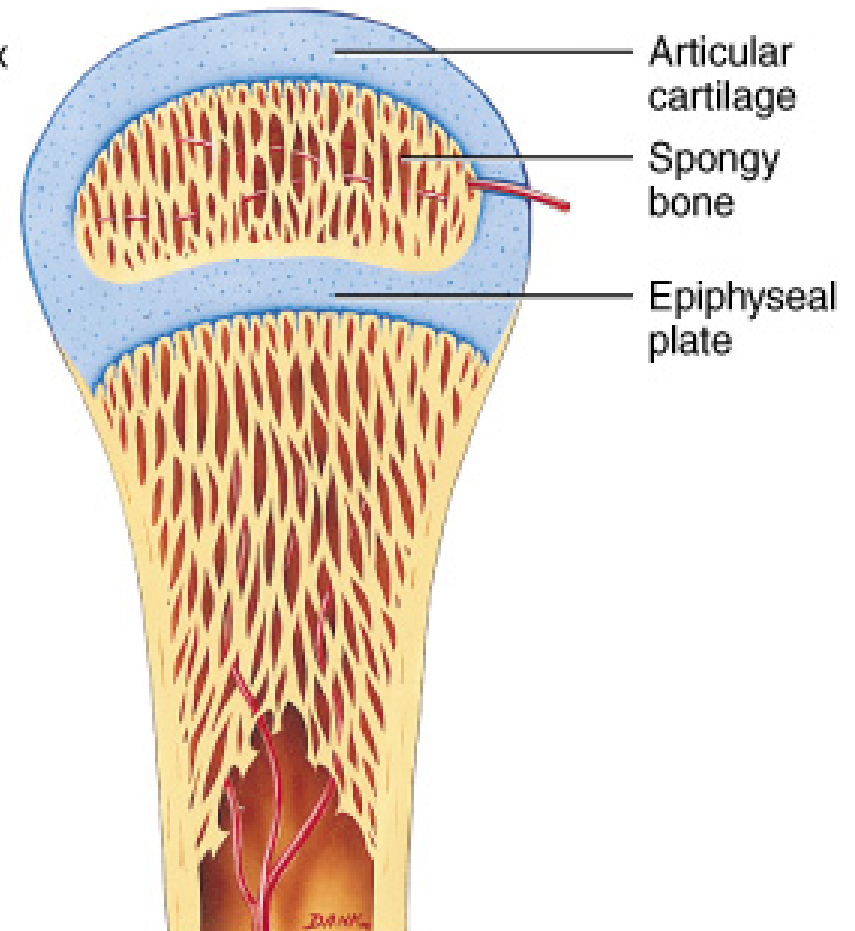
Endochondral Ossification



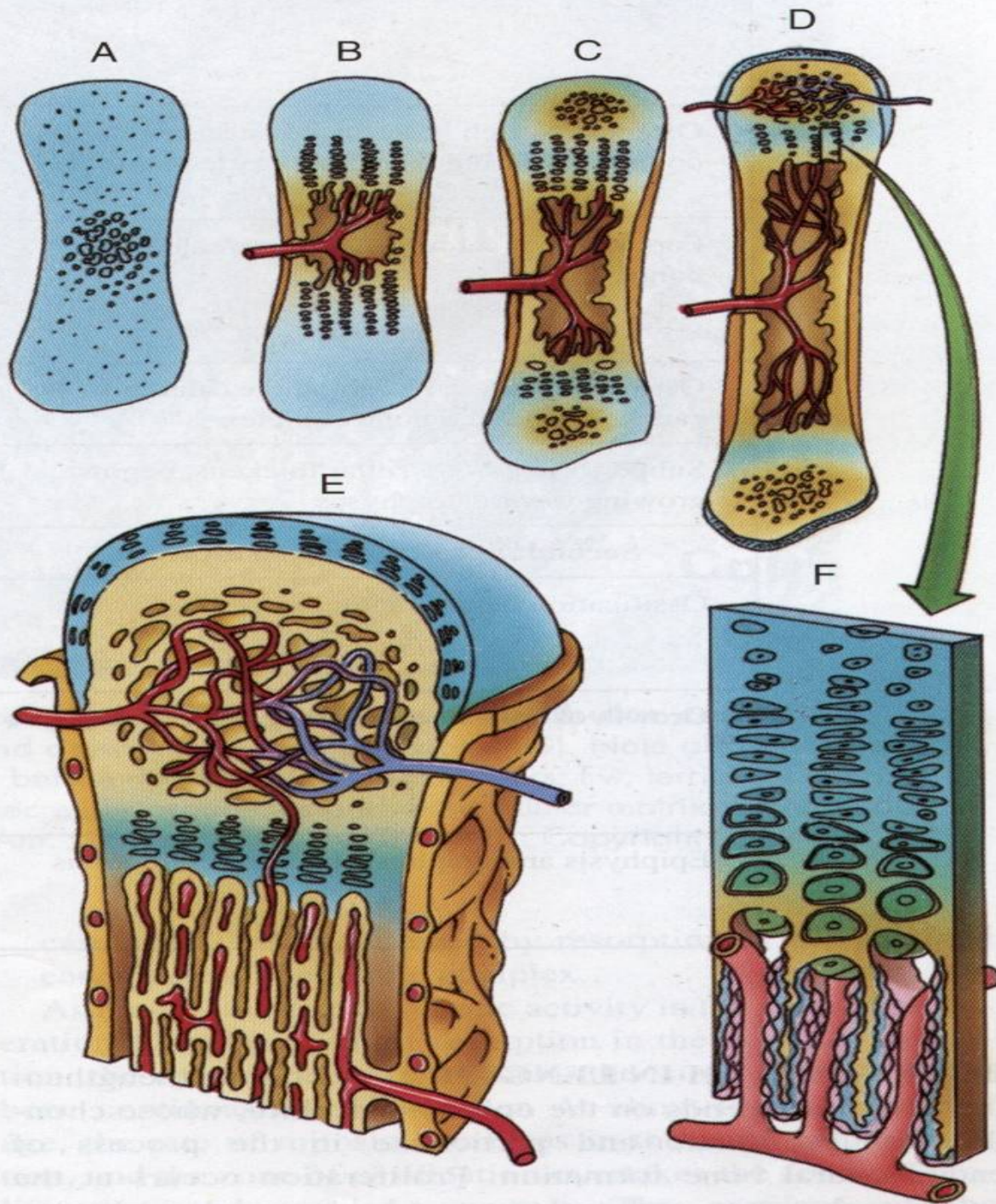
Endochondral Ossification



4 Development of secondary ossification center in epiphysis



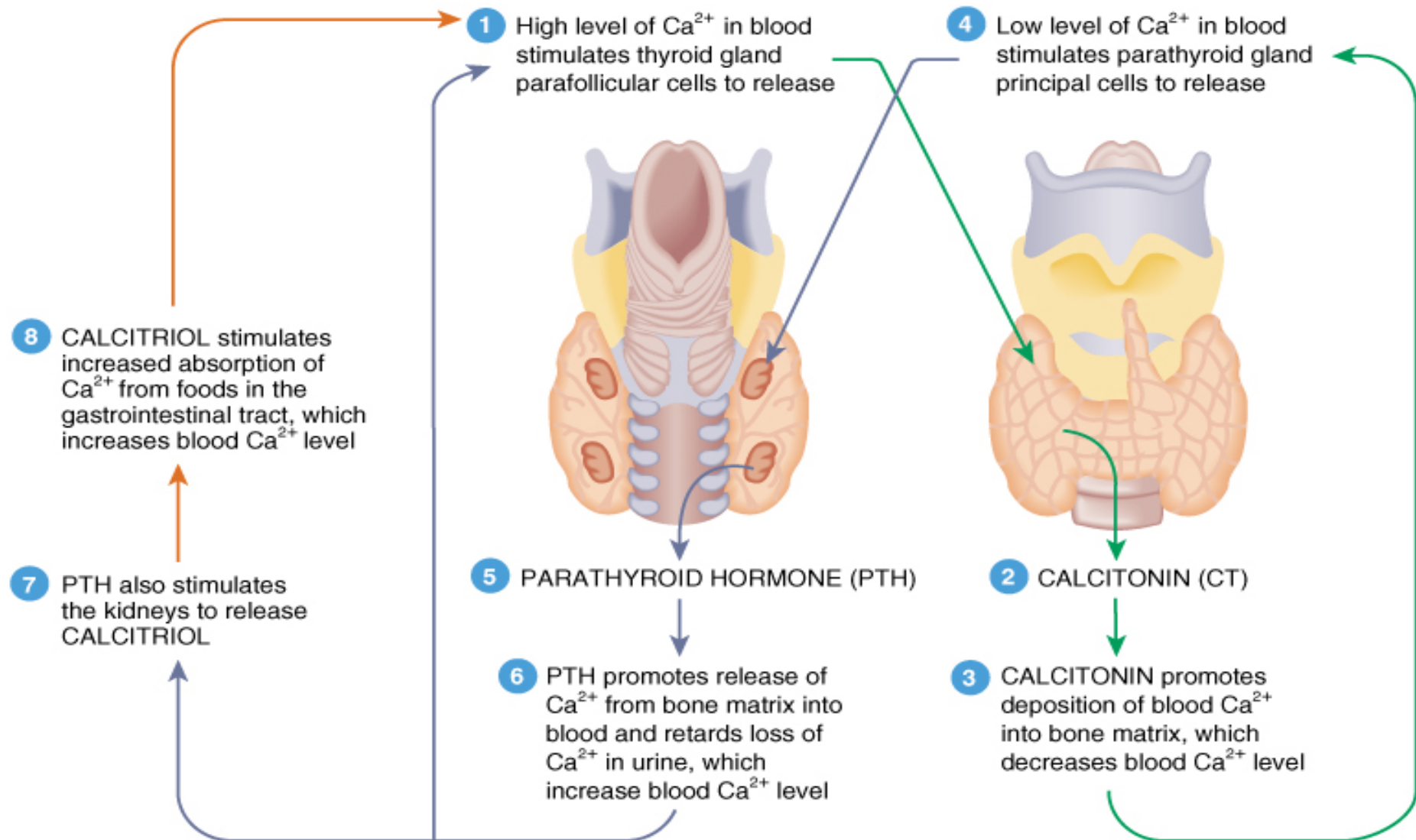
5 Formation of articular cartilage and epiphyseal plate



Heterotopik kemikleşme;

- Postnatal hayatta diğer dokular içinde (deri,yara izi, bademcik, böbrek gibi) küçük parçalar halinde kemik şekillenmesi olgusudur.
- Dokulardaki ölü veya ölmek üzere olan bölgelerde bağ dokuda kireçleşmenin yol açtığı indüksiyon etkisi ile osteoprogenitor hücreler osteoblastlara dönüşürler.
- Osteoblastlarda kemik dokuyu oluşturur.

Calcium homeostasis



Kemik Dokuya Beslenmenin Etkisi

- Proteinler
- Kalsiyum ve fosfor
- D vitamini
- C vitamini
- A vitamini

Proteinler

- Diyetteki protein eksikliği kollagen sentezinde gerekli olan aminoasitlerin noksanlığına neden olur.

Ca ve P

- Diyetle yetersiz Ca alımı matriksin kalsifikasyonunda bozukluğa yol açar.

Raşitizm: Çocuklarda görülür.

Osteomalazi: Erişkinlerde görülür.

Osteoporosis: Yaşlılarda görülür; Kemik yıkımı yapımından daha fazladır..

D vitamini

- Bağırsaklardan Ca ve P'un emilimini sağlar.
- ➡ Eksikliğinde Ca ve P eksikliği olur.

C vitamini

- ➡ Kollagen sentezi için gereklidir.
- ➡ Eksikliğinde kollagen sentezi durur. (İskorbit hastalığı)
- ➡ Kemik matriksi kalsifiye olmaz.

A vitamini

- Kemikte yıkım ve yapımı dengede tutar.
- A vitamini yetersizliğinde osteoblast normal miktarda ara madde sentezleyemez, kemik normal yapısına ulaşamaz (Endokondral kemikleşmeyi baskılar).

Kemiğe Hormonların Etkisi

- ➡ Paratiroid hormonu
- ➡ Kalsitonin
- ➡ Gonadal hormonlar
- ➡ Büyüme hormonu (Somatotrop hor.)

Paratiroid ve Kalsitonin Hormonu

Paratiroid

- ➡ Osteoklastların sayıca artmasını ve aktivasyonunu sağlar.
- ➡ Kemik rezorbe olur Ca kemikten kana geçer.

Kalsitonin

- ➡ Tiroid bezindeki C hücrelerinden salgılanır.
- ➡ Ca'nın kandan kemiğe geçmesini engeller.

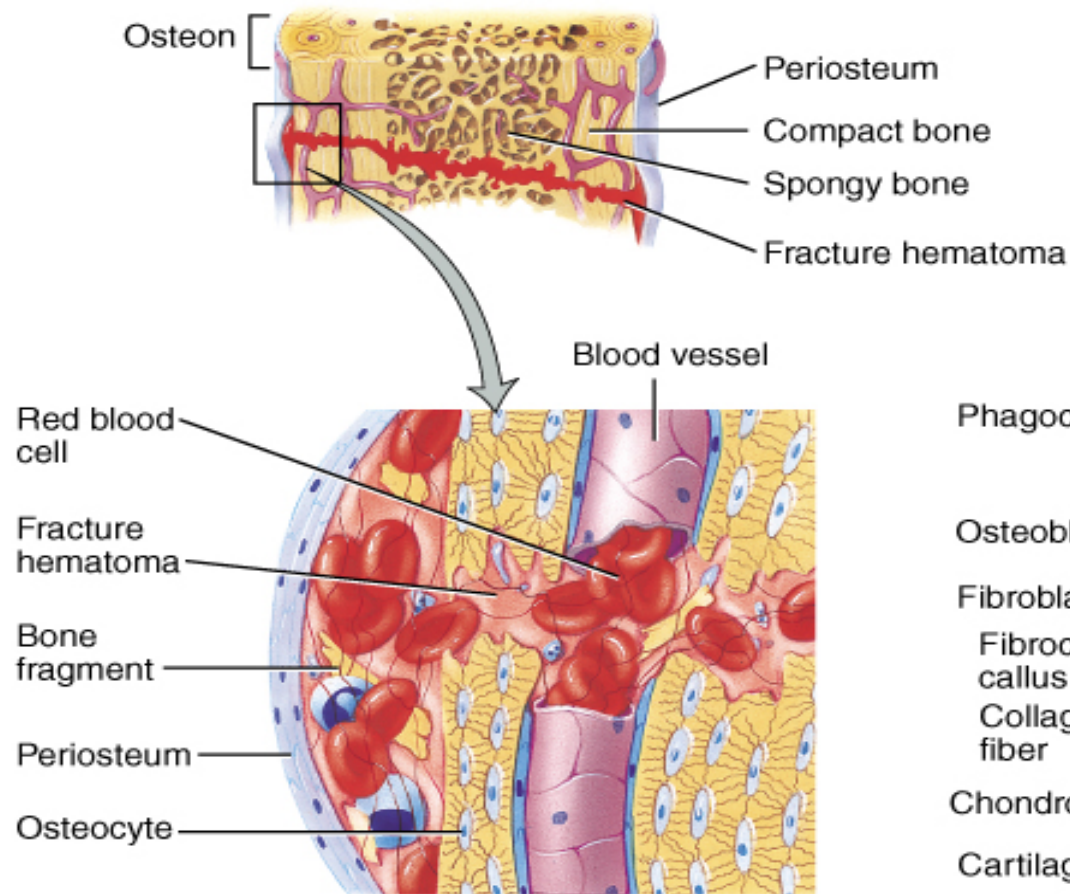
Gonadal hormonlar

- Östrojen ve testosteron kemik yapımını uyarır.

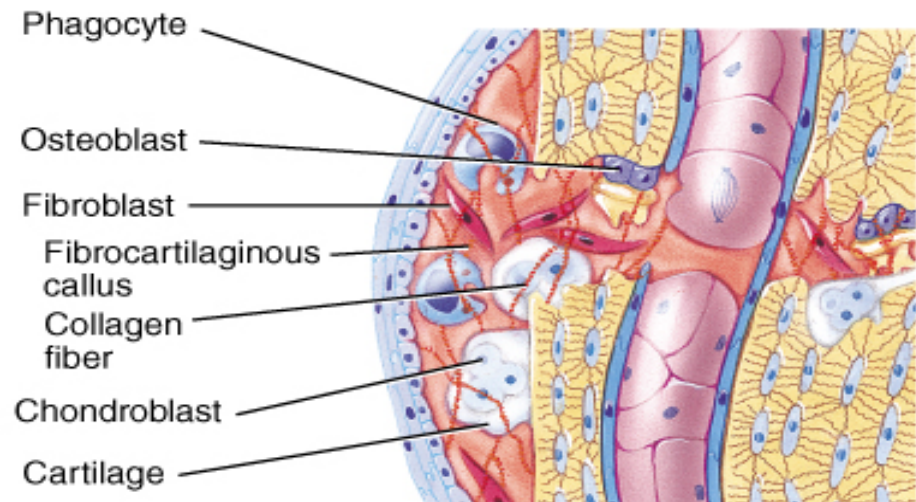
Büyüme hormonu

- Tüm olarak kemiğin büyümesini uyarır.
- Büyüme döneminde hormonun eksikliği **cüceliğe** fazla olması **gigantizme** (dev) sebep olur.
- Erişkin dönemde hormonun fazlalığı **Akromegaliye** sebep olur.

Bone Fracture Repair

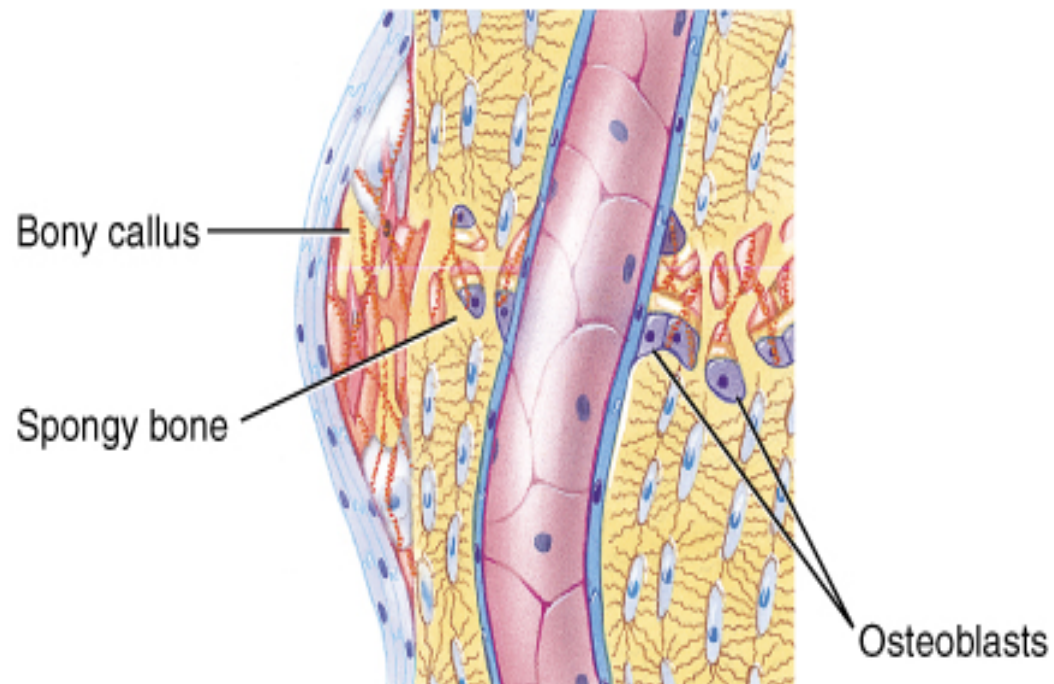


1 Formation of fracture hematoma

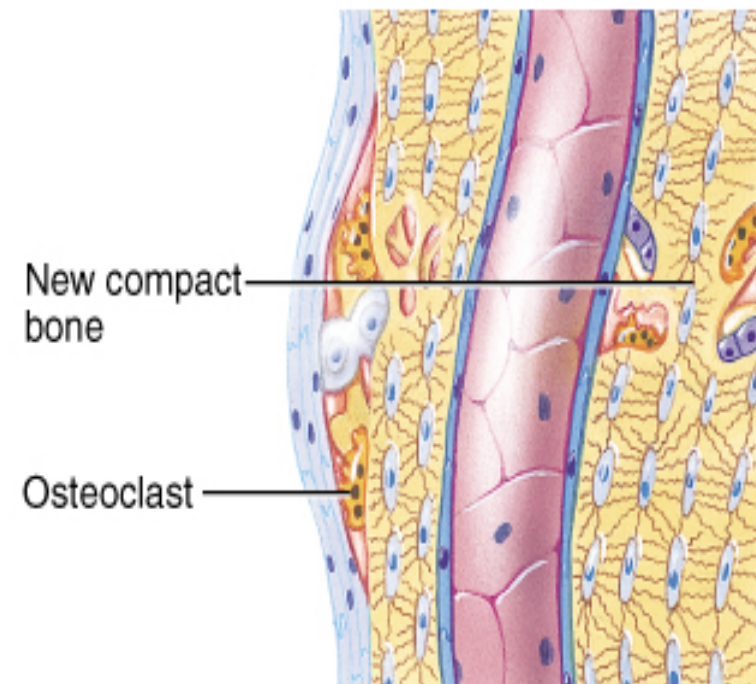


2 Fibrocartilaginous callus formation

Bone Fracture Repair



3 Bony callus formation



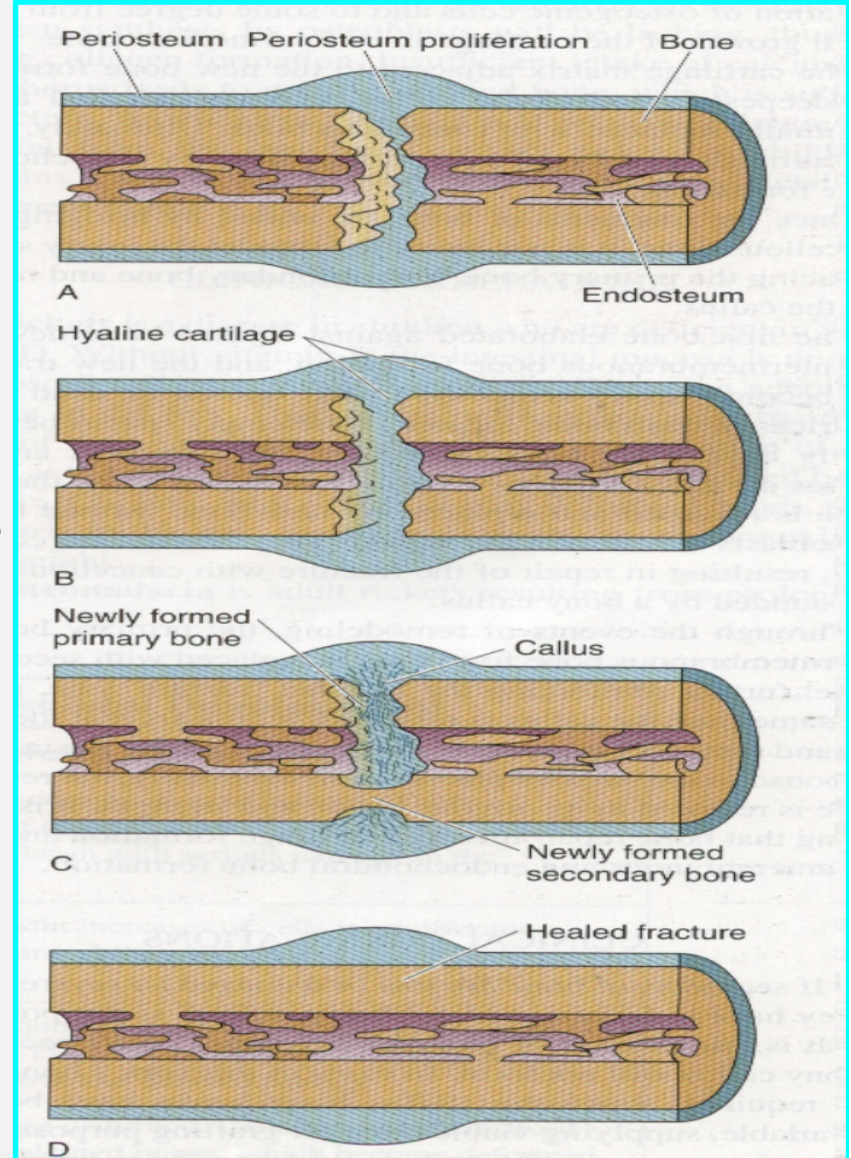
4 Bone remodeling

From Priscilla LeMone and Karen M. Burke, *Medical-Surgical Nursing*, p. 1560 (Menlo Park, CA; Benjamin/Cummings, 1996). ©1996 The Benjamin/Cummings Publishing Company.

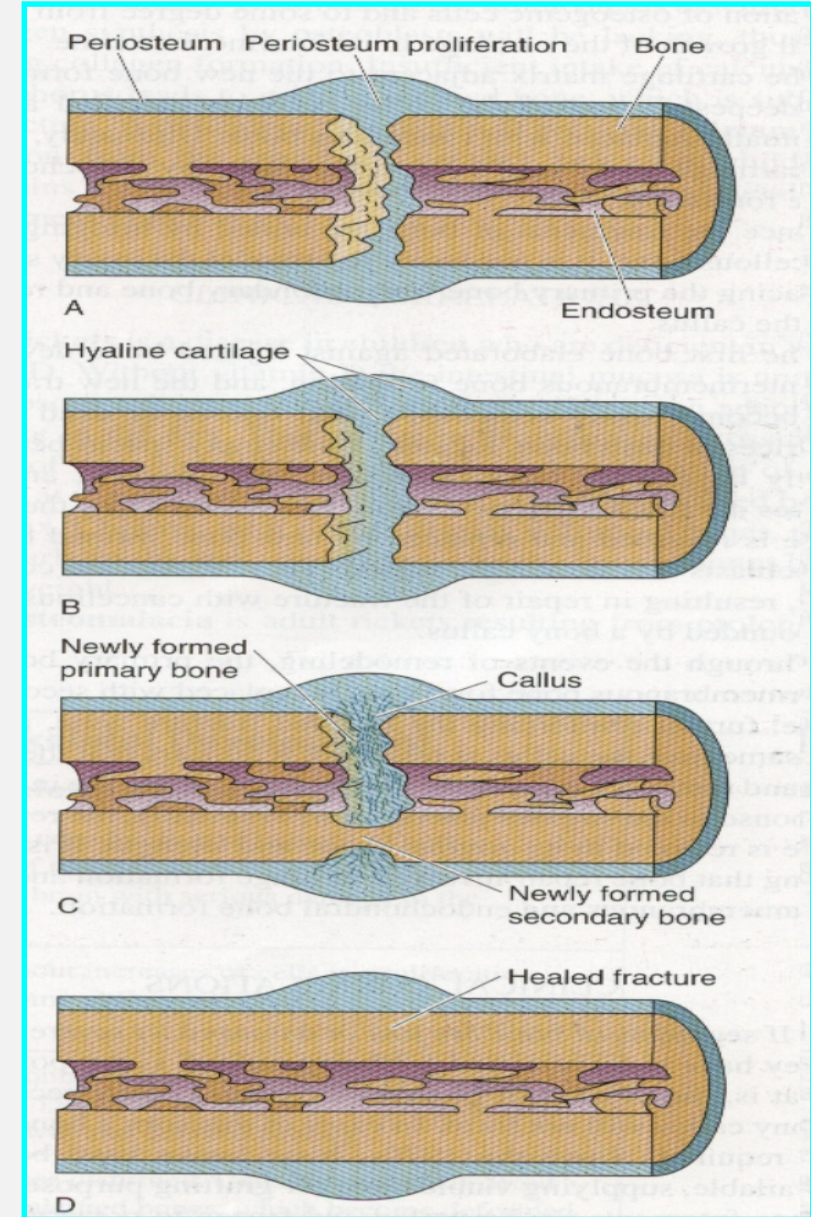
© John Wiley & Sons, Inc.

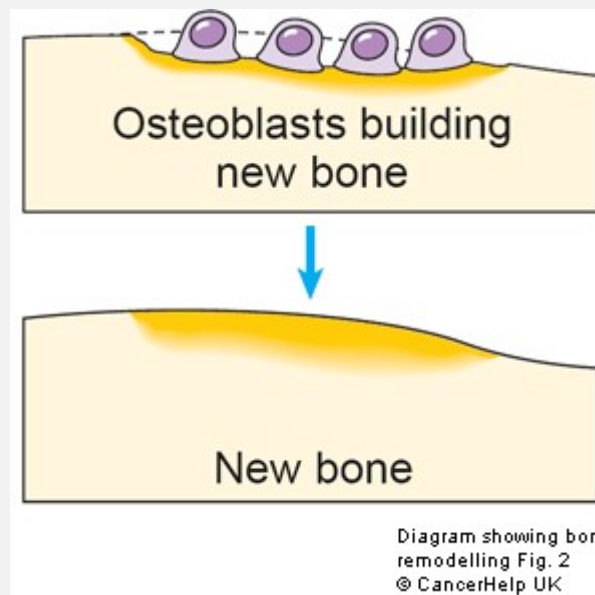
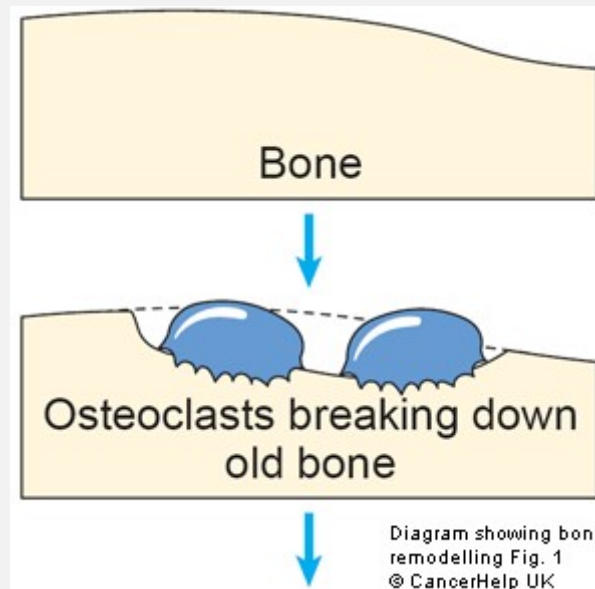
Kırıkların Onarımı

- Damarlarda yırtılma, kanama, kırık uçlarında pıhtılaşma,
- Pıhtı içinde damar oluşumu,
- Damardan çıkan nötrofil ve monositlerin makrofajlara farklılaşması ve fagositoz,
- Ölü uçların temizlenip çevredeki fibroblastların Prokallus oluşturması,
- Prokallusun hyalin kıkırdağa dönüşümü



- Hiyalin kırıkta kireleşme geçici kallus oluşumu,
- Kallus yüzeyini örten kemik zarlarda osteoprogenitor hücrelerden intramembranöz kemikleşme,
- Geçici kallusun hücrelerinde beslenememe sonucu bozulma
- Endokondral kemikleşme ile süngerimsi kemik gelişimi,
- Egzersiz ile lamelli kompakt kemik oluşumu.





EKLEMLER

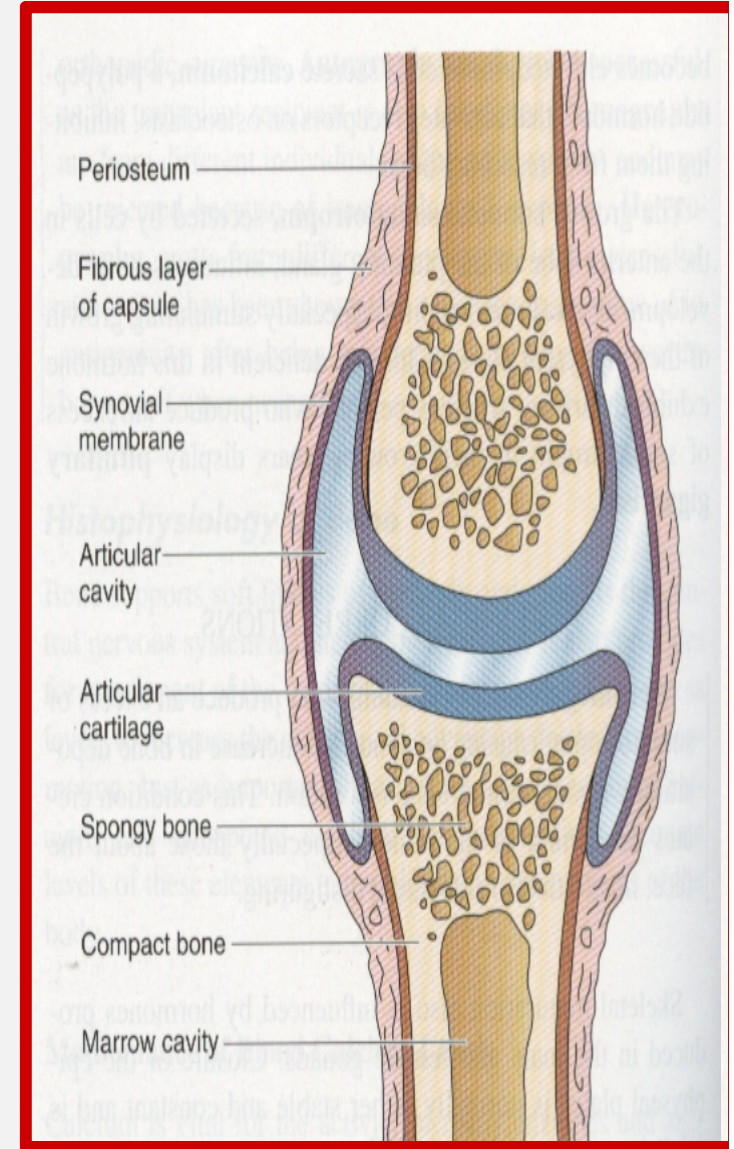
Sinartroz tip eklemler

- * Sinostosis : Hareket hiç yoktur
 - Kafatası kemikleri
- * Sinkondrosis ve sindesmosis : Hareket çok sınırlıdır.
 - Sindesmosis : Kompakt bağ dokusu kemikleri birleştirir (Radius-Ulna; tibia-fibula)
 - Sinkondrosis : Bağlantı hiyalin ya da fibröz kıkırdak ile olur. Kostaların sternuma bağlantı yerleri

Diartroz tip eklemler

Daha çok uzun kemiklerin aralarında bulunur; çok hareketli eklemlerdir.

- * Ekstremitedeki eklemler diartrozdur.
- * Bu eklemleri yapan kemikler hiyalin kıkırdak ile örtülüdür.
- * Genellikle ligamentler eklem yapan kemikler arasındaki bağlantıyı sürdürür.
- * Eklemler, eklem kapsülü ile çevrelenmiştir.
- * Kapsülün dış fibröz tabakası yoğun bağ dokusu yapısındadır ve kemiklerin periostu ile devam eder.



- * İç sellüler sinoviyal tabaka tüm artiküler olmayan yapıları çevreler ve buna **sinoviyal membran** adı da verilir.

TEŞEKKÜRLER

