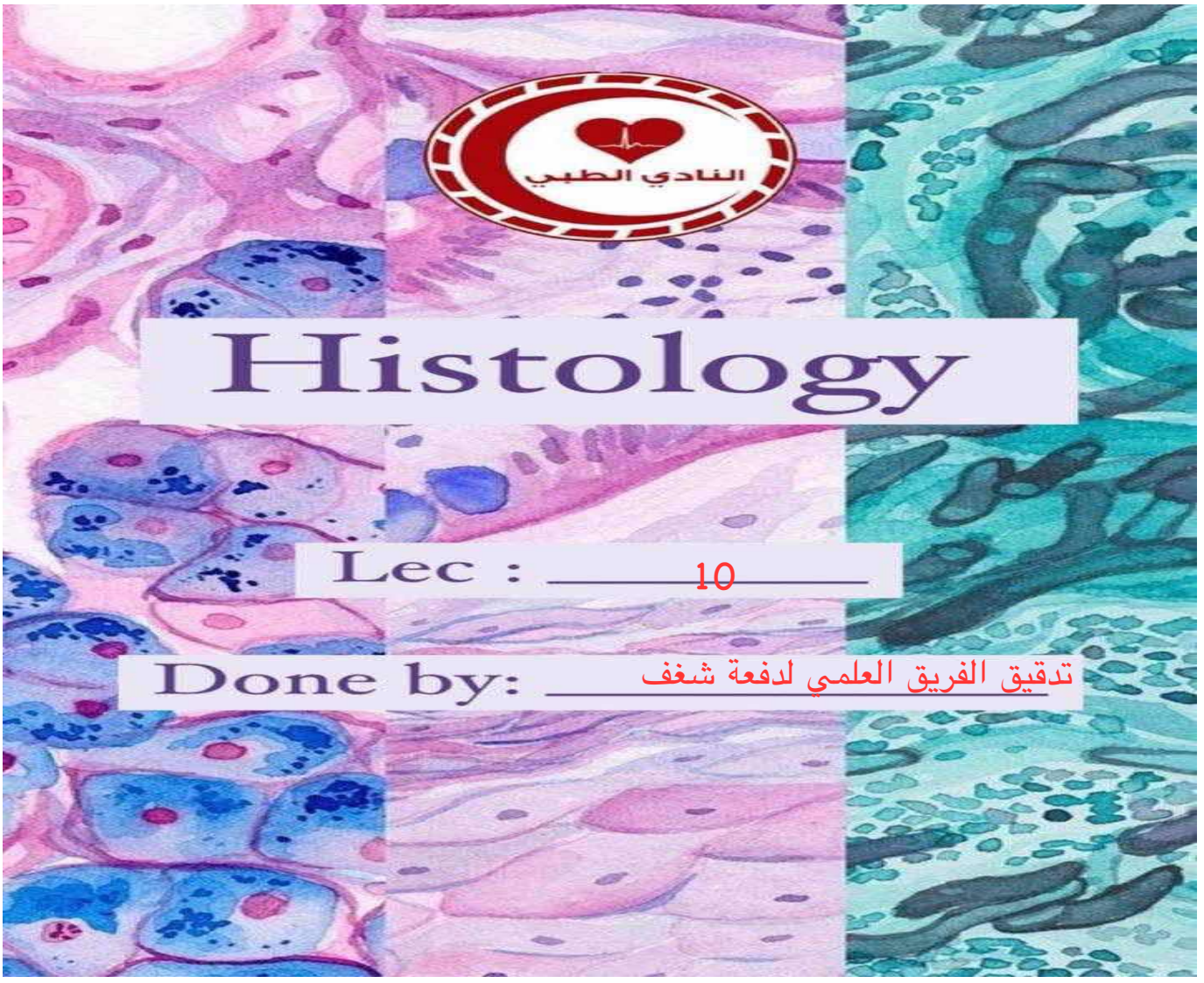

النادي الطبي
Histology
Lec : 10
Done by: تدقيق الفريق العلمي لدفعة شغف

تجميع ملف

Bone Tissue & Ossification

Lecture 9 & 10

DONE BY: KHALIDA AL BADDAWI

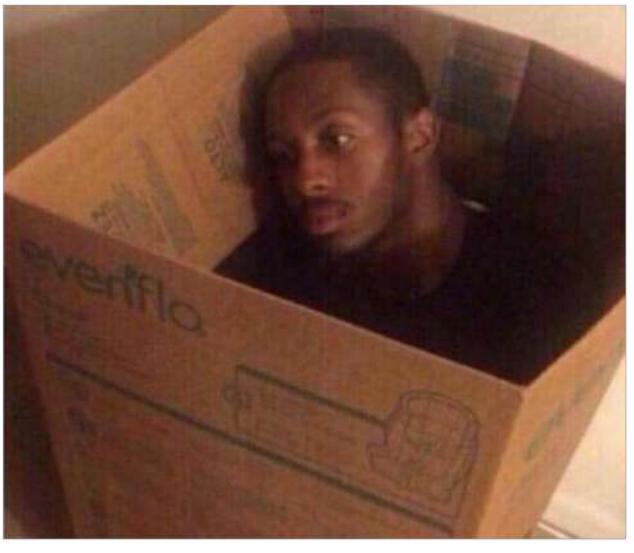
Bone Tissue And Ossification

DR. MUSTAFA SAAD

(2022)

تفريغ : محمد العمري

تدقيق : خالدة البداوي



جاهزين ؟

① Bone is a structural type of connective tissue characterized by the presence of a ***calcified extracellular matrix*** (called Bone Matrix) with 3 types of cells: ②

عشان أقدر أقول إنه النسيج اللي عندي bones لازم أشوف فيه شغلتين :

يحتوي على كالسيوم

1. Osteoblasts 2. Osteocytes 3. Osteoclasts

Functions of Bones

*الECM في الbones بكون صلب والسبب هو وجود الCa (عشان هيك بنحكيله Calcified)

1. Support fleshy tissues.
2. Protect vital organs: Skull protects the brain. Thoracic cage protects the heart and lungs.
3. Store and release of Ca^{2+} and PO_4^{3-} ions.
4. Some bones contain red marrow which is the site of formation of blood cells.

عندي نوعين من الbone marrow.. الred , ولونه الأحمر بسبب وجود الblood cells فيه, والنوع الثاني الyellow وهو عبارة عن fatty tissue وما إله علاقة بتكوين خلايا الدم.. ببداية العمر كمية الRed BM بتكون كبيرة جدا ومع تقدم العمر بصير يتحول لـyellow BM

5. Act as levers that multiply force of contraction of muscles.

Reducing the power needed in some actions

Osteo- = related to bone. –clast = break. Bone tissue = osseous tissue.

Bone Cells

1) Osteoblasts

bone ← → forming

The cells that form bones

- Osteoblasts are responsible for the formation of the organic matrix of bone and the subsequent deposition of minerals.

بعد ما تكوّن الorganic components بتعمل على إضافة المعادن اللي بحتاجها العظم من Ca و PO4 وغيرهم

- They form a single cell-layer on the surface of bones.
- Active cells are cuboidal or low columnar with basophilic cytoplasm. Inactive cells are flattened and less basophilic.

☼ Osteoblasts secret the organic matrix from its surface in contact with old bone, creating an area of yet unmineralized bone called ***Osteoid.***

اللي باللون الأحمر (الوردي) بمثل الbone ولونه أحمر لإنه بحتوي على collagen fibers كثير.. والosteoblasts ظاهرة باللون البنفسجي عالجوانب

الosteoblasts إلها سطحين.. واحد منهم بقابل الbone (داخلي) و هاض السطح بقوم بإفراز الECM بتظهر على شكل خط أبيض بينها وبين العظم (السهم بأشر عليها بالصورة).. بس العظم في هاي المرحلة بكون لسا تحت مسمى osteoid لإنه ما فيه معادن و Ca

☼ Later on, osteoblasts will deposit the inorganic components to form the bone matrix.

ولاحقا بتقوم بإفراز (إيداع) ال inorganic components من minerals وغيرها

*شرط أساسي بالعظام إنها تحتوي على Ca ولو ما فيها ما بعتبرها bones

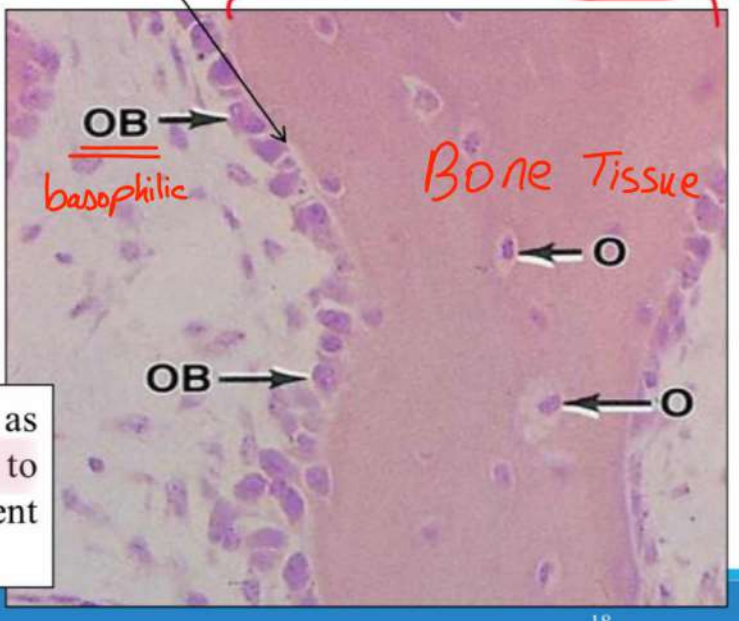


Fig.9: Osteoblasts (OB). Note how they form as single layer. The bone tissue is red in color due to high collagen content. The narrow faint line adjacent to the osteoblasts is the newly formed osteoid.

-oid = similar to, like.

18

2) Osteocytes

الosteoblasts بتنتج الmatrix, ولما يحيط فيها بالكامل رح تتحول لosteocytes

☼ An osteoblast will eventually be surrounded by the matrix it produced and it'll convert into an Osteocyte. Osteocytes are flattened, almond-shaped cells featuring cytoplasmic processes with reduced rough endoplasmic reticulum and Golgi complex and darker nuclei. That's why its less active than the osteoblasts

Osteocytes less active than Osteoblast ← هاد اللي بسبب

☼ They're involved in the maintenance of the bony matrix.

يعني لو عندي fiber بده تجديد أو وحدة من الmolecules بدها تجديد فالosteocytes هي اللي بتكوّنها (بس تكوين عظم جديد بالكامل هي وظيفة الosteoblasts)

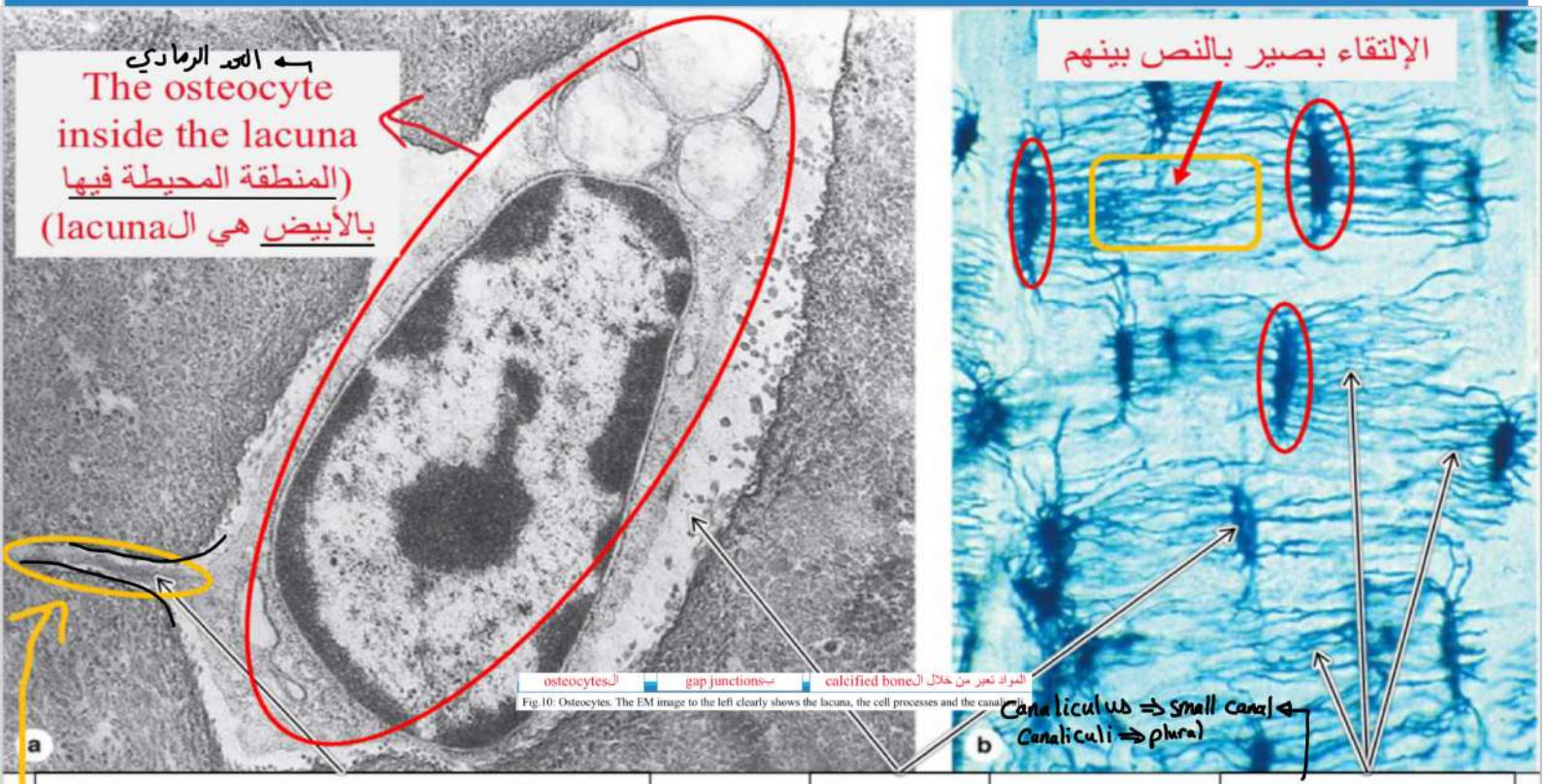
للتأكيد ← Osteocytes تجديد جزء بسيط — إنشاء bones من جديد Osteoblast

☼ Each *osteocyte* is located within a *lacuna*. Its *processes* are located in bony canals called *canaliculi*.

كل lacuna بتحتوي على خلية واحدة

لاحظوا كيف أنها عكس Cartilage حيث كان كل lacuna فيه 8 chondrocytes تقريبا

- Processes of osteocytes are connected with each other by gap junctions, allowing transport of nutrients between cells. This is vital because the passage of nutrients through the calcified matrix is difficult.



osteocytes ال | gap junctions ب | calcified bone ال المواد تعبر من خلال

Fig.10: Osteocytes. The EM image to the left clearly shows the lacuna, the cell processes and the canaliculi.

Cell process inside a canaliculus	Lacuna	Canaliculi
وكل canaliculi بعبر خلالها الprocess تاع osteocytes ال	وكل lacuna بطلع منها عدد من الcanaliculi وبرتبطوا ب gap junctions	الlacuna عبارة عن قناة بتساعد على توصيل ونقل المواد داخل العظم.. لإنه صعب هاي المواد تعبر من خلال الcalcified bone

هاي canal ← Spread through the bone

Fig.10: Osteocytes. The EM image to the left clearly shows the lacuna, the cell processes and the canaliculi.

3) Osteoclasts (The macrophages of bones)

bone — destroyers

- Osteoclasts are large, motile, multinucleated cells.
  عبارة عن Monocytes مع بعض
- They're formed by the union of several bone-marrow derived mononucleated cells.
  الmonocytes بتدخل العظم ثم بتتحول إلى macrophages بعدين مجموعة من الmacrophages بتتحد مع بعض وبتكون osteoclast..
- They're responsible for the resorption of bone.
  (Destruction) ← phagosytosis

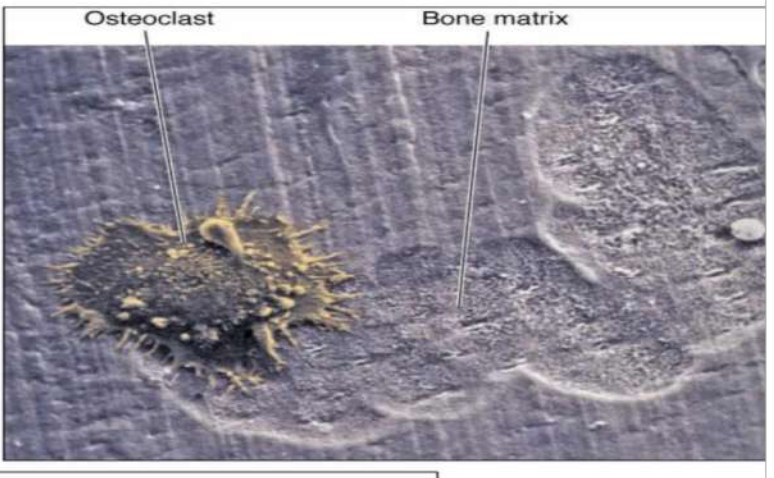


Fig.11: Osteoclast in action.

Process of Bone Resorption:

1) Osteoclast works in a specified depression (area) called ***Resorption Bay*** (Howship's Lacuna).
   ← المنطقة يلي بدها تدمرها الخلية من ال bone

2) Their cell membrane facing the matrix is thrown into folds called the ***Ruffled Border*** (to increase surface area).

3) Around the ruffled border the cytoplasm is rich in Actin filament which help in adhering the cell to the matrix (this area is called the ***Circumferential Adhesion Zone***).

4) Into the subcellular space thus formed, H^+ ions are pumped and lysosomes fuse with the cell membrane and release their secretions (including collagenases) to the outside. In this way, the collagen and hydroxyapatite of the matrix are dissolved.

يتم حلّ وتفكيك الmatrix عن طريق ضخ الH اللي بتدمر الinorganic components
وإفراز الenzymes اللي بتعمل على تدمير الcollagen fibers

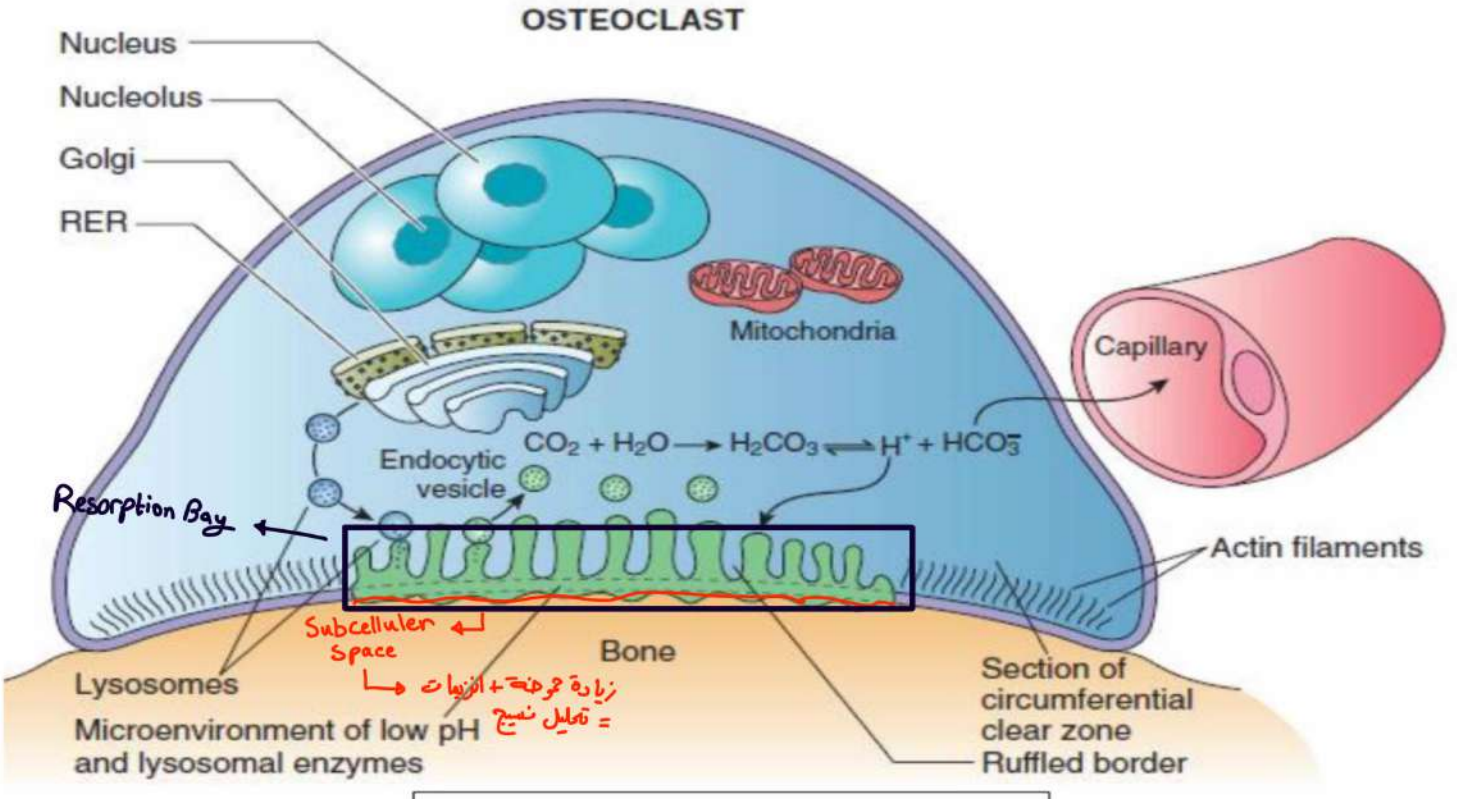


Fig.12: Bone resorption by osteoclasts

* هاد السلايد إجاني من تزبيغ العمري

Important note:

- The resorption of old bone by osteoclasts and its replacement by new bone by osteoblasts is a ***continuous normal process***.
- It occurs to renew the bone so that it'll always stay strong to withstand the great pressures exerted on the bone.

وفي الbones بكون عندي عملية مستمرة من تدمير طبقات العظم القديمة وتكوين طبقات جديدة.. عشان العظم يضل محافظ على صلابته وقوته

Disease	Pathology	Notes
Osteitis fibrosa cystica	Increased level of PTH causes excessive stimulation of osteoclasts that leads to increased resorption. Cysts are formed within the bone.	Bones are decalcified and liable for fracture. – High Ca^{2+} level in blood increases risk of renal stones.

قلت كية كالسيوم

وبتظهر ك مناطق فارغة بالعظم بصورة الX-ray

الPTH هو هرمون بأثر على وظائف الosteoclasts.. ف بالتالي زيادة نسبته رح تأدي لزيادة نشاط الosteoclasts.. وبالتالي رح يأدي لزيادة في عملية الresorption.. وهاض الإشي رح يأدي لتكوين cysts (cavities \ فراغات) وهاض رح يعمل هشاشة و إضعاف للعظم

*Resorption means taking the components of the ECM of the bone to the outside (to the blood)

وبما إنه زاد نشاط الosteoclasts يعني رح تزيد نسبة الCa في الدم وهاض برفع خطر الإصابة بحصى الكِلى

هرمون يتم إفرازه من الparathyroid gland

PTH = Parathyroid Hormone. –itis = inflammation. Petrosis = stone.

انتبهوا معي بسبب **resorption** زائد رح ينتقل **ca+2** الى دم وترتفع نسبته فيه

Disease	Pathology	Notes
Osteopetrosis (Marble bone disease)	Genetic disorder in which there's abnormality in osteoclasts that leads to decreased resorption.	– Bones are thicker and appear denser on X-rays. – The bone marrow cavity is narrowed → anemia and increased risk of infection.

لاحظ سماكة العظام وشبه انعدام الفراغ في وسطها

في الحالة السابقة كان السبب هو زيادة في نشاط الosteoblasts.. بينما هون العكس, ف الresorption رح يقل بينما لسا الosteoblasts شغالة بتكوين العظم.. وبالتالي رح يصير العظم أكثر سماكة, و الbone marrow cavity رح تصير أضيق , وبما إنه الدم بتكون

Bone Matrix

مكونات هدول كلهم ← osteoblasts مسؤولية

a) Inorganic Components: (50% of dry weight of bone)
- Mainly Hydroxyapatite crystal [$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$].
- Various ions and compounds.

يعني لو شلنا كل الماء والسوائل اللي بالعظم, نص المواد اللي بتضل عندي inorganic وبشكل أساسي بتكون Ca و PO4 بس على بتكون متفاعلة مع hydroxyl groups و موجودة على شكل hydroxyapatite

b) Organic Component:
- Fibers: Collagen.
- Ground substance: Proteoglycans and multiadhesive Glycoproteins. → بتكون أنواع خاصة بالbones غير عن اللي بنشوفها بأماكن ثانية
- Ca^{2+} binding proteins (Osteocalcin).

Ca Aggregate and accumulate (يتجمع ويتراكم) in bones because of osteocalcin

- Alkaline Phosphatase in matrix vesicles (which increase PO_4^{3-} concentration). → تفرزها الosteoblasts

These both are specific in bones

وهاي الvesicles بتحتوي على alkaline phosphatase اللي وظيفتها تزيد من تراكم الPO4

- ✓ In the matrix the association of minerals with collagen fibers is responsible for the hardness and resistance of bones.

صلابة العظام معتمدة على النوعين من الcomponents نوع واحد مش كافي

- ✓ If Ca^{2+} is removed, the bone will maintain its shape but become flexible as a tendon.

اذا شلنا الCa بضل عنا الcollagen وبصير أشبه بالtendon (الtendon عبارة عن dense regular collagenous CT).. فبشكل عام رح يضل محافظ على شكله, بس اذا تعرض لضغط ممكن شكله يتغير (وهاض اللي بصير بالrickets) ← يعني ممكن ينثني

- ✓ If collagen is removed, the bone will maintain its shape but becomes fragile and easily broken.

ولو كان عبارة عن Ca فقط رح يفقد مرونته تماما (حتى لو كانت قليلة بس بتضل مفيدة) وبصير هشّ وسهل الكسر بنقدر نشبهه بطباشير

Periosteum and Endosteum

- ***Periosteum***: A thick connective tissue layer that covers the outer surface of the bone. It consists of an outer layer of dense collagenous fibrous tissue with fibroblast, and an inner single layer of osteoprogenitor cells.

osteoprogenitor cells are the original stem cells of the bone..

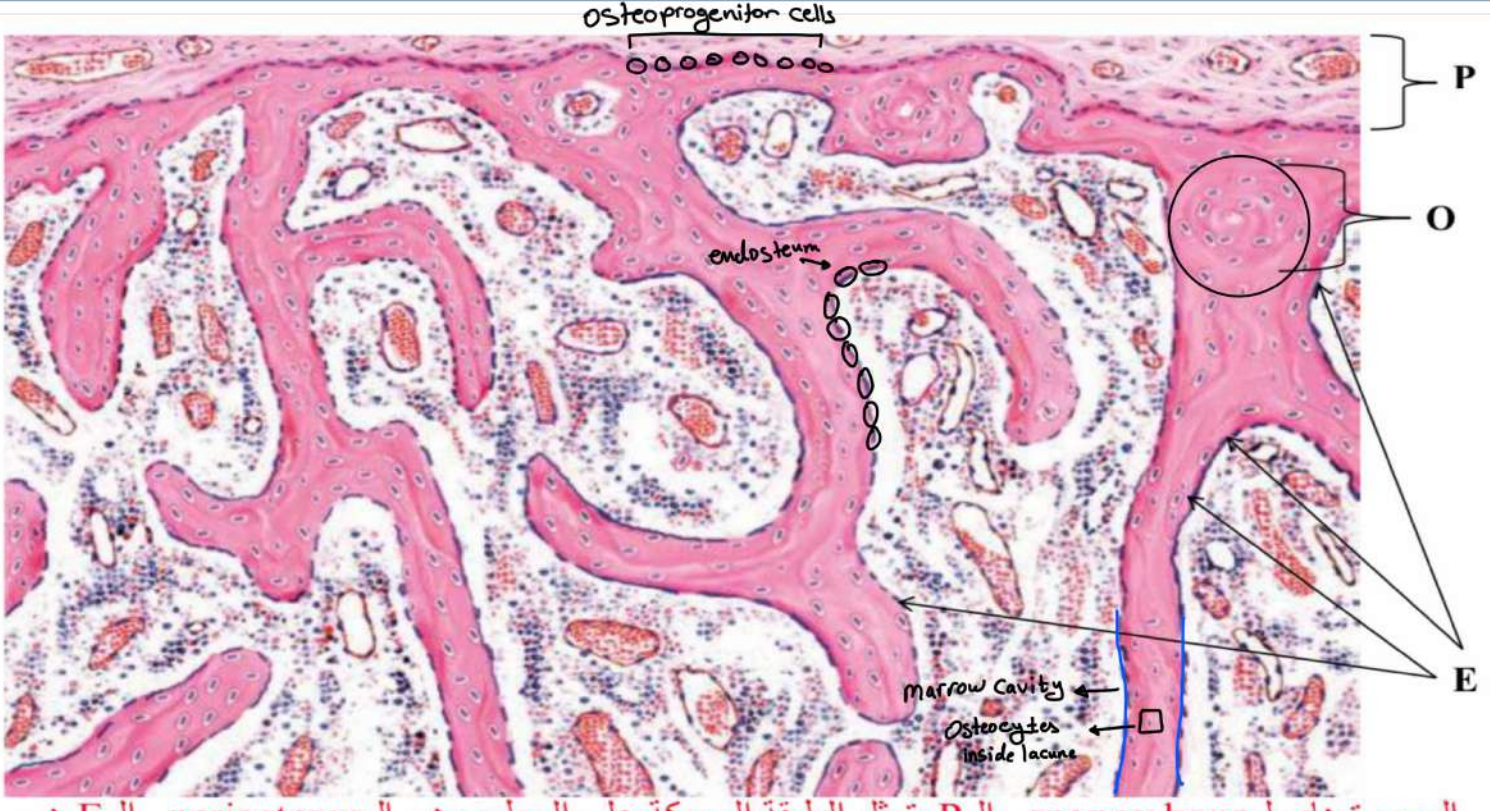
يعني هي الخلايا المسؤولة عن تكوين الosteoblasts عند الحاجة لتكوين الbones

A number of collagen fibers pass from this layer to the bone matrix attaching them together (these are called *Perforating fibers*).

الfibers هاي بتخترق الperiosteum وصولا إلى الbone matrix وبتربط أجزاؤه ببعض

- ***Endosteum***: A thin layer that lines the inner surface of the bone. Formed of a single layer of osteoprogenitor cells with osteoblasts.

Peri- = around. Endo- = inside.



الصورة هاي لspongy bone.. الP بتمثل الطبقة السميكة على السطح وهي الperiosteum.. الE هي الطبقة الرفيعة اللي بتبطّن جدران العظام (العظام هي اللي باللون الأحمر\وردي) وبداخله الosteon.. وبين العظم بنشوف الفراغات اللي بتمرّ منها الblood vessels

Fig.13: Periosteum (P) and Endosteum (E). The spaces between the bone tissue are filled with blood vessels and blood elements. The perforating fibers cannot be seen by routine LM study. Also note the osteon (O).

Classification of Bone

Gross Morphology of section	Histological Features	Shape of bone
Compact	Primary	Long
Cancellous	Secondary	Short
		Flat
		Irregular

صورة ما الها أي دخل
بس هيك حبيت أحطها 🙂

Cancellous = latticed, porous.

According to Gross Morphology:

- In a section, a part of the bone appears as a dense area with generally no cavities. This is called *Compact Bone*.
- Another part have several interconnected cavities. This is called *Spongy (Cancellous) Bone*.
- Histologically, both the compact bone and the trabeculae of the spongy bone have the same features.

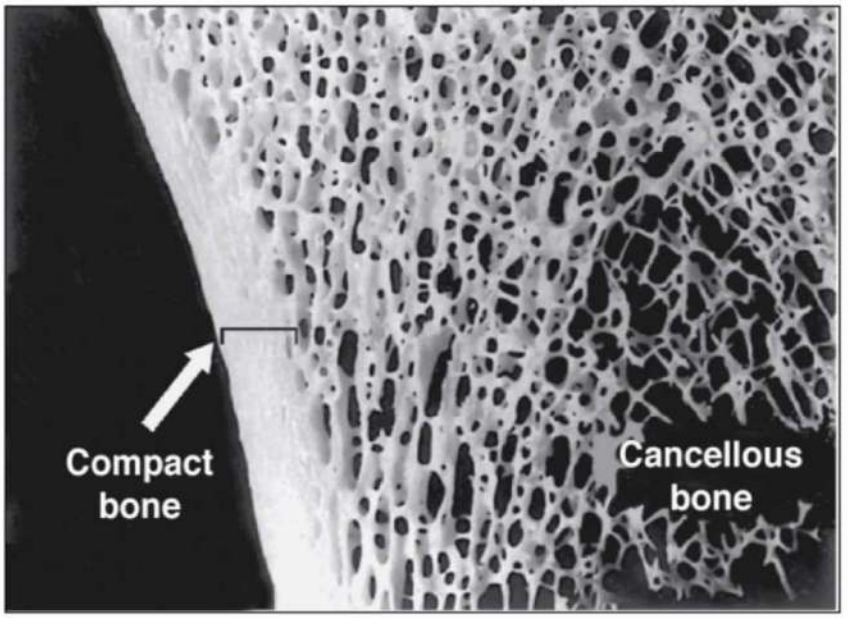


Fig.14: Compact and Cancellous bones.

According to Shape:

Δ ***Long Bones*** have a tubular shaft, the diaphysis, and an expanded epiphysis at each end. The shaft has a central cavity for the bone marrow (called marrow or medullary cavity). The shaft is mostly composed of compact bone with a thin layer of spongy bone surrounding the cavity. The epiphyses are composed of cancellous bone surrounded by a thin layer of compact bone.

الdiaphysis والepiphysis فيهم النوعين compact و spongy, بس الفرق بالthickness

Δ ***Short bones*** are composed of spongy bone completely surrounded by a thin layer of compact bone.

Δ ***Flat bones*** consists of two thin layers of compact bones (plates, tables) separated by a layer of spongy bone called diploë.

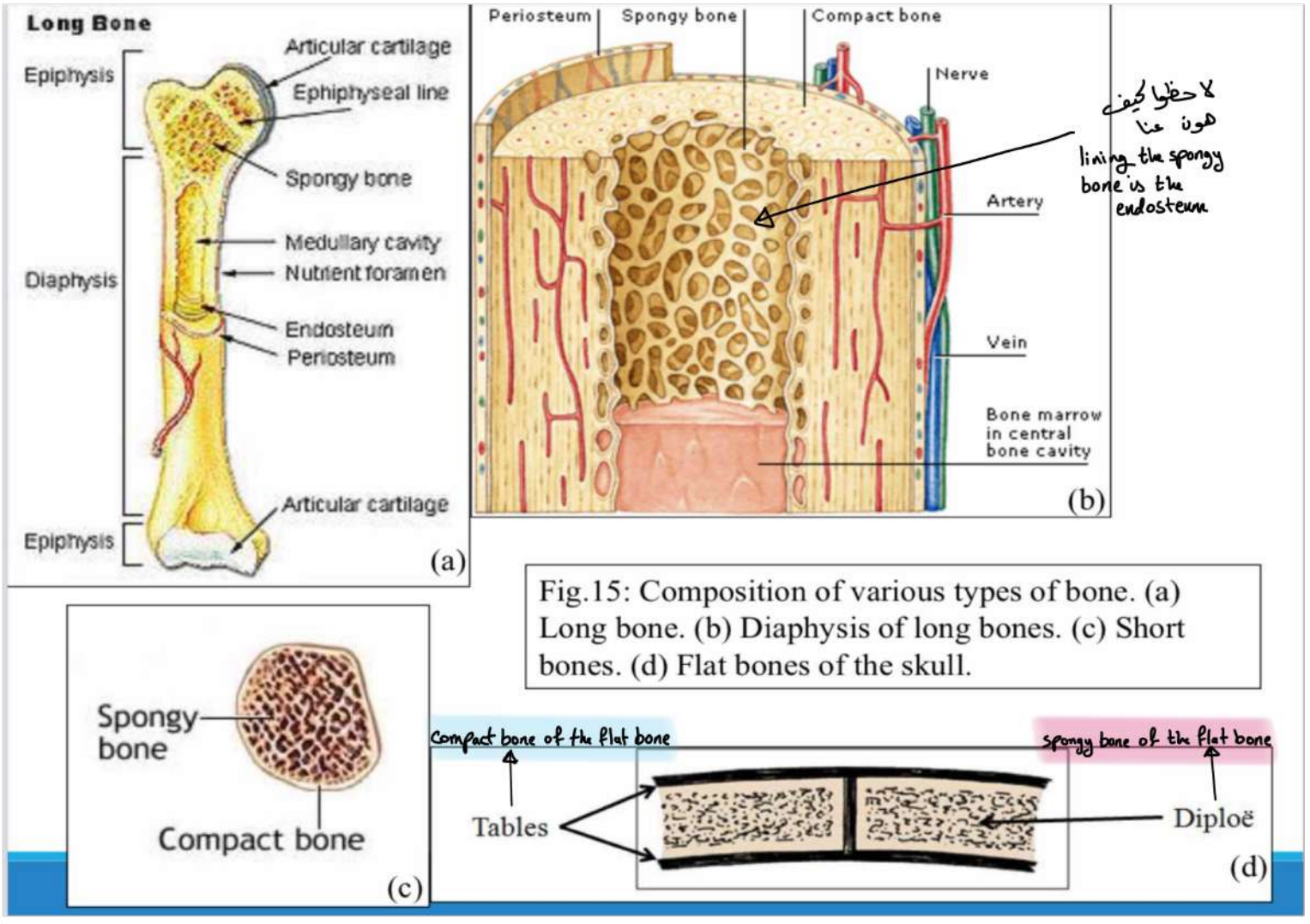


Fig.15: Composition of various types of bone. (a) Long bone. (b) Diaphysis of long bones. (c) Short bones. (d) Flat bones of the skull.

According to Histological Features:

1) Primary (Woven) Bone:

- Characterized by the irregular arrangement of its collagen fibers. Osteocytes are more abundant (and few osteoblasts). And it appears less dense on X-Rays due to less mineral content.

لإنه فيها osteoblasts أقل ف هاض يعني إنه كمية الCa و المعادن قليلة

سبب تسميته بال primary 👇

- It's the first type of bone to appear during embryonic development and in fracture repair.

اما بالadults فوجودهم نادر (rare) في الجسم

- It's replaced by secondary bone, except in areas of *tendon attachment, tooth sockets, and near the sutures of the skull bones.*

أماكن وجود ال primary bone

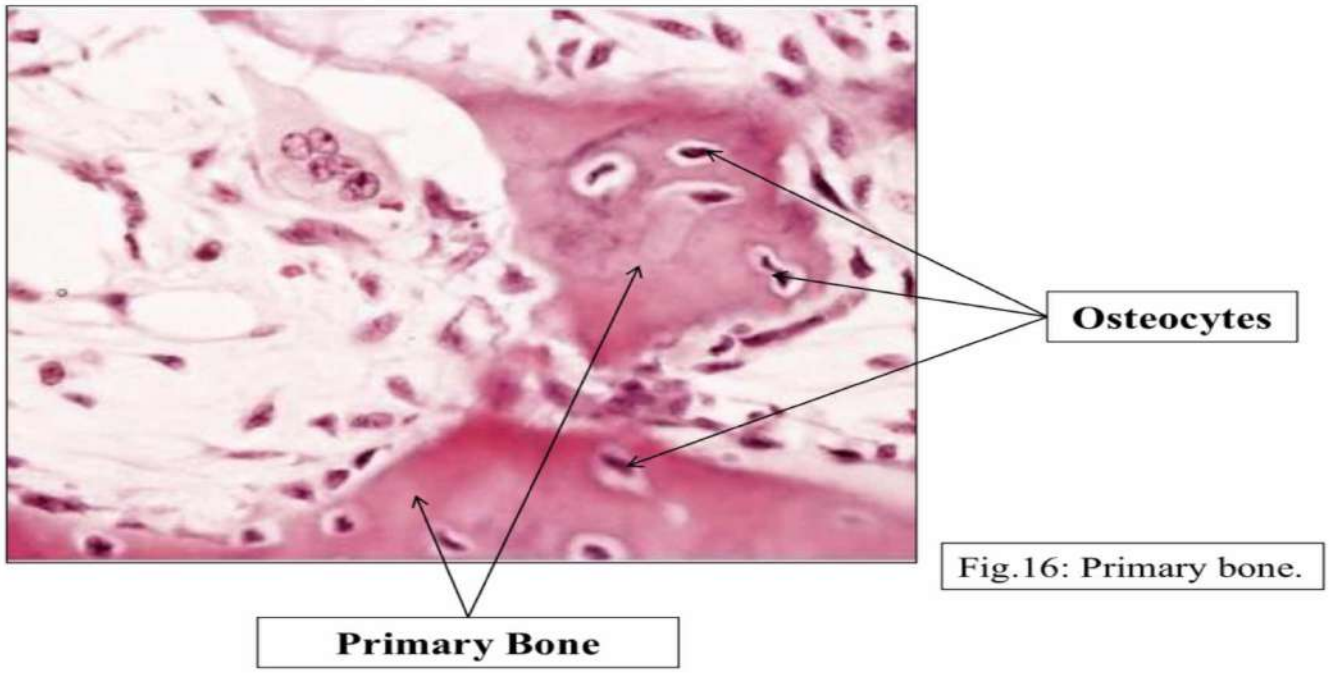


Fig.16: Primary bone.

2) Secondary (Lamellar) Bone:

- Characterized by the arrangement of the matrix into multiple layers called ***Lamellae***. The osteocytes are located inside lacunae found between the lamellae.

The lamellae could be arranged as:

a) Parallel layers just inside the periosteum (*The External Circumferential Lamellae*) or around the bone marrow cavity (*The Internal Circumferential Lamellae*)

Lamellae (singular = lamella) = Thin plates, layers.

And most of the lamellae are arranged in this method

b) Concentric layers around a central canal forming an *Osteon* (*Haversian System*). This canal contains blood vessels, nerves, and embedded in loose areolar connective tissue. The outer layer of the osteon is rich in collagen and is called the *Cement Line*.

Called central canal

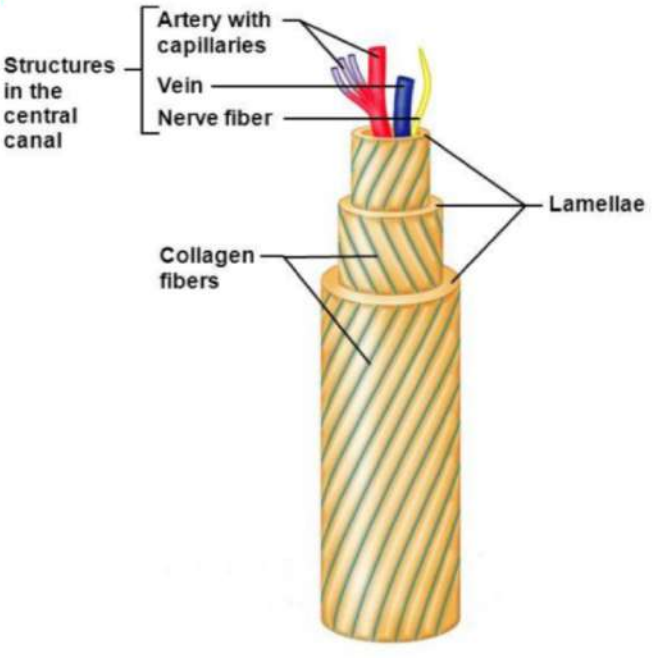


Fig.17: An osteon.

- The collagen fibers in each lamella are parallel to each other and helically arranged. The collagen fibers in adjacent lamellae are at right angles to each other.

بين layer والثانية الزاوية بين الfibers 90 درجة..

And this gives more strength to the bone

- The central canals are connected to the periosteum, the bone marrow cavity and to each other by transverse (or oblique) *Perforating canals*.

c) Irregularly shaped groups of lamellae called *Interstitial Lamellae*. They are found between the previous two and represent the remnants of osteons that have been resorbed.

عملية الresorption ما بتصير فجأة وبختفي الosteon بلحظة.. بتصير بالتدريج عمهلها.. وبنتج عنها بقايا للosteon هي اللي بتمثل الinterstitial lamellae

*حاولت أوضح قد ما أقدر من الاسماء و أكبرها ☺

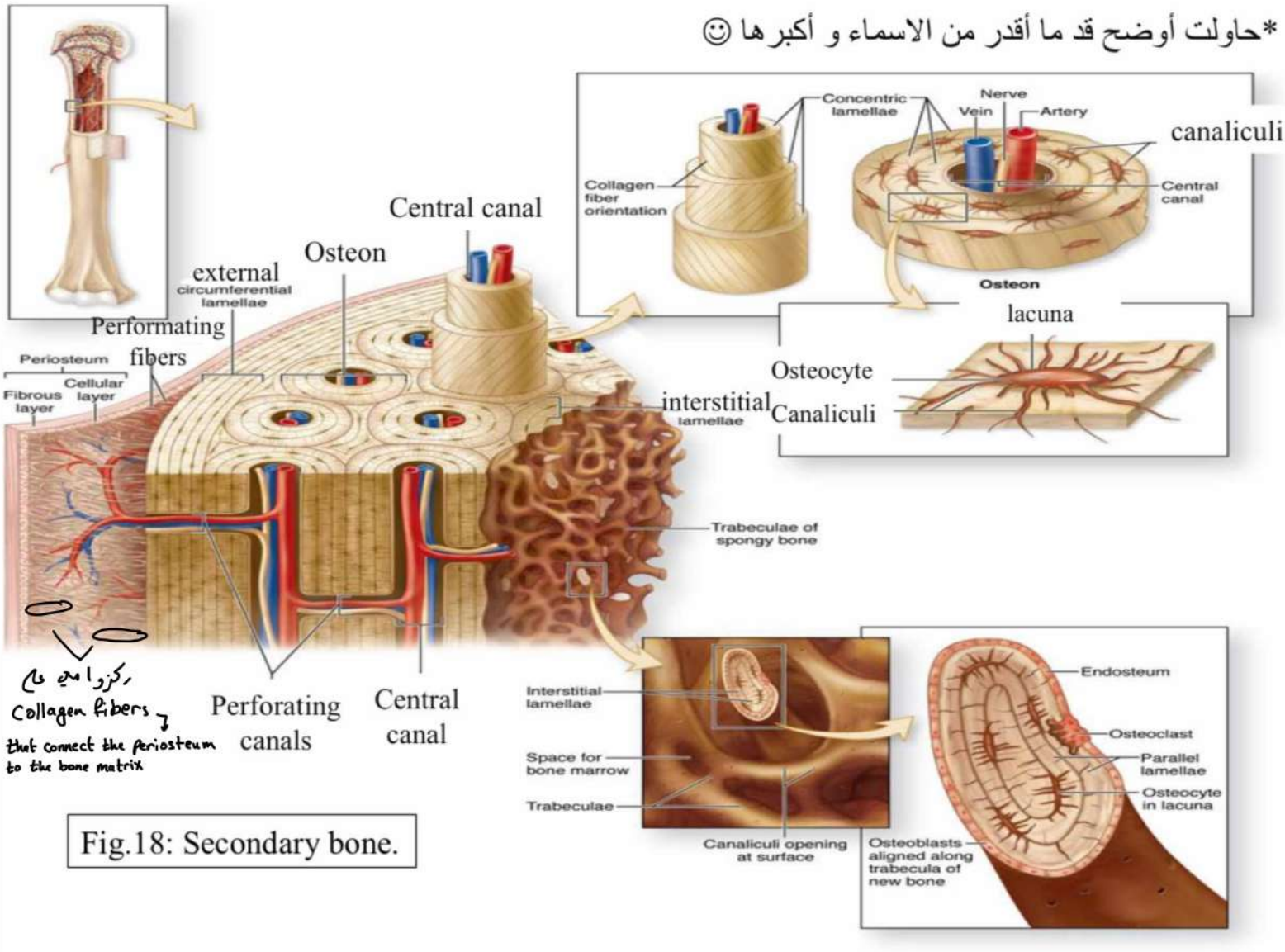
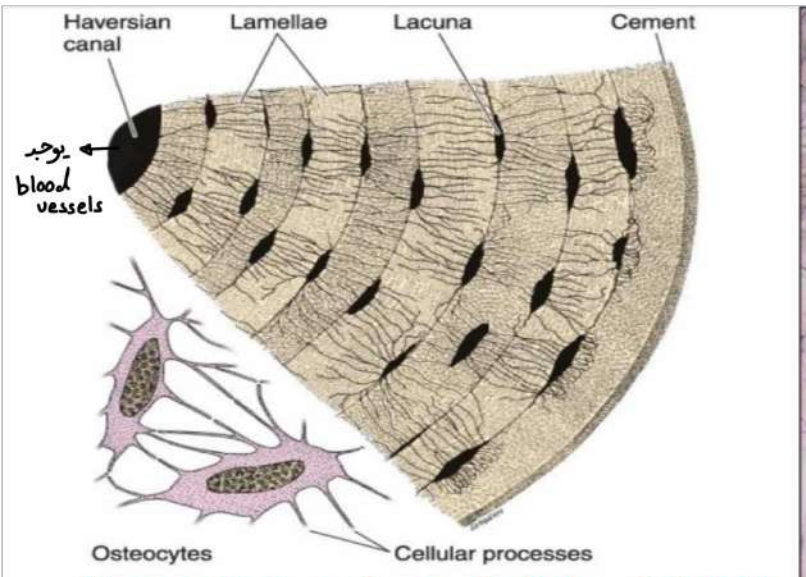


Fig.18: Secondary bone.



التغذية بتوصل للعظم عن طريق الvessels اللي
بتمر من الcentral canal.. بس التغذية ما رح
تقدر تعبر طبقات العظم وتوصل للعظم كامل..
فاللي بعمل على إيصال المواد لباقي الطبقات هي
الlacunae والprocesses اللي طالعه منها..
و هاي الطريقة كافية لتغذية 10 طبقات في العظم

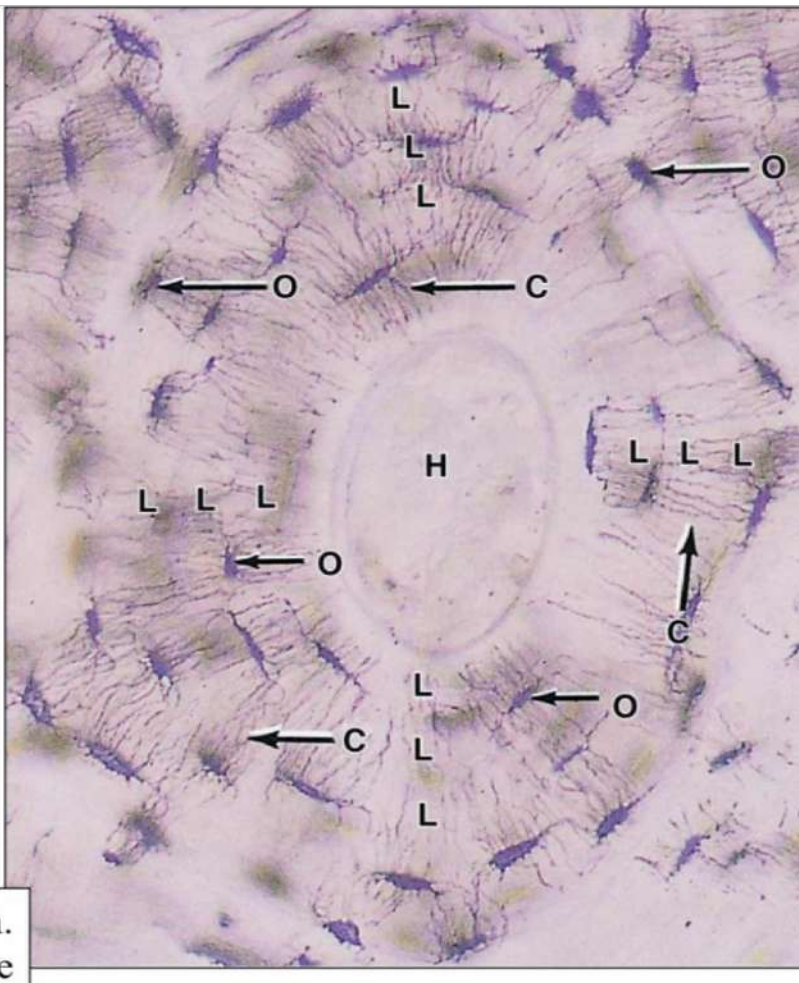


Fig.19: To the right, section through an Osteon. Note the concentric arrangement of the lamellae (L). The central canal (H) is in the center. (O) = osteocytes. (C) = Canaliculi. The image above shows part of an osteon. Note the cement line.

داخل ال **central canal** عنا ال **blood vessels** يلي بتعطينا **nutrients**
ويلي هاي اصلا رح تنتشر في **areolar tissue of the central canal**
لحد ما توصل **the transverse process of the first layer**

أمسح دموعك وكمل مافي وقت للانهيار

Ossification

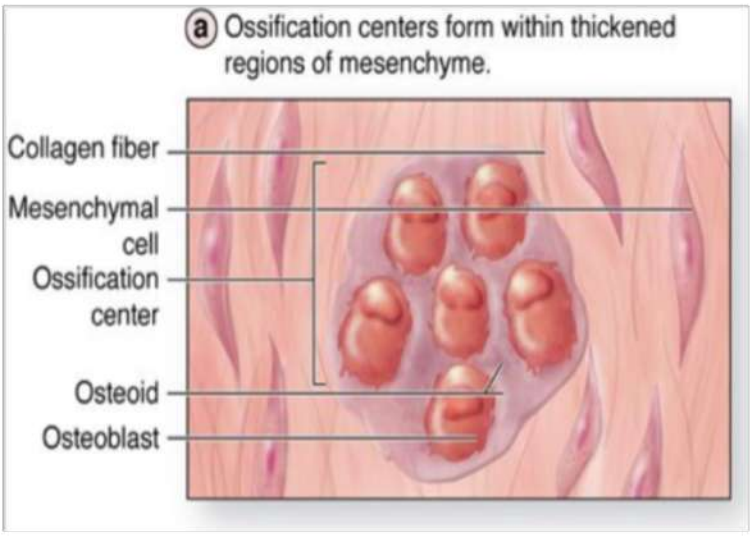
- The process by which new bone tissue is formed.
  - عند الجنين
  - عند healing
- It's of two types:

1. Intramembranous: Is the formation of bone from a group (membrane) of mesenchymal cells. It's the process by which most of the flat bones are formed.
   - CT cells of the embryo
   - وهي من أهم الخلايا الموجودة في الجنين, لإنها بتكوّنلي عدد كبير من الخلايا (osteoblasts/chondroblasts/fibroblasts)
2. Endochondral: Is the formation of bone from the matrix of a pre-existing hyaline cartilage model of the bone. Long and short bones are mostly formed by this method.

يعني أول اشي بتكوّن bone من cartilage بعدين هاض الcartilage بتحول لbone tissue

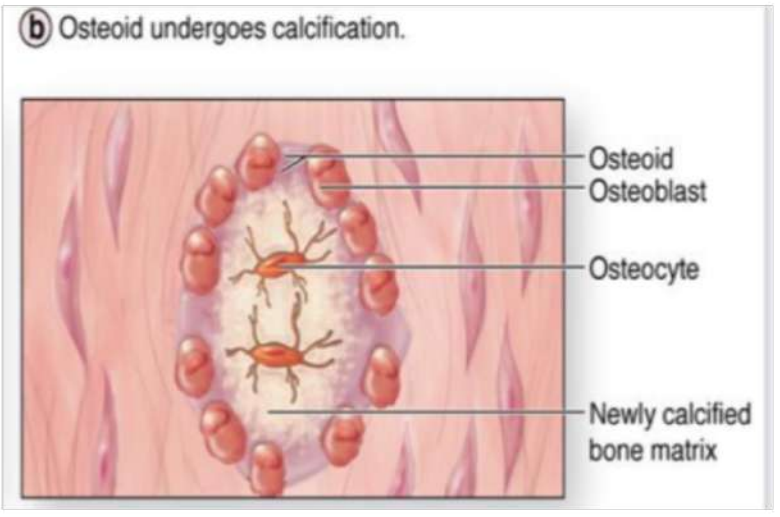
Intramembranous Ossification: (طريقة تكوّن الflat bones)

1) In ***Ossification Centers***, some mesenchymal cells differentiate into osteoblasts.
   - specific regions
   - نوع من أنواع CT موجود عند الجنين
   - هدول خلايا ممكن تتحول لأي نوع منها من خلايا مثل fibroblast, adipocells وغيرهن أشياء
   - بعض الmesenchymal cells بتتمايز وبتتحول لosteoblasts



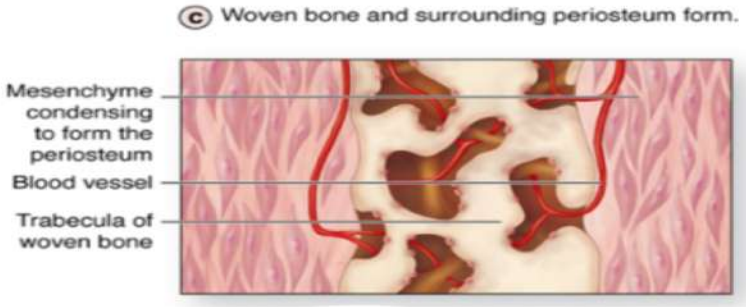
2) These osteoblasts will form osteoid which will later become calcified. Some osteoblasts will be surrounded by bone matrix forming osteocytes in lacunae.

الosteoblasts بتبلش تشكل bone matrix , بس ببداية تكوينه بكون osteoid (unmineralized bone) وبعدين بصيرله calcification (matrix

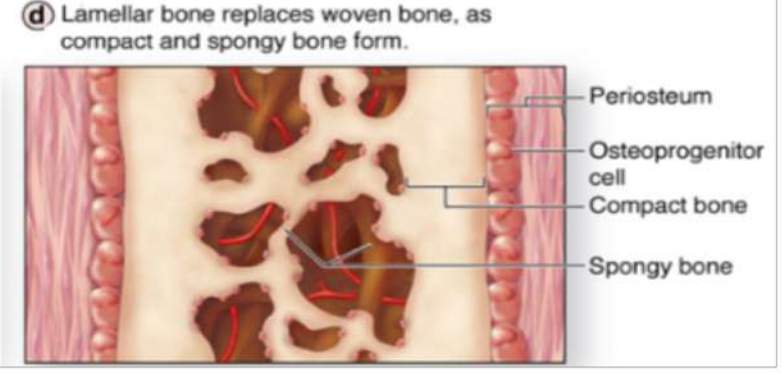


Collagen fiber that are not regularly arranged

c) Woven bone is formed at first. Several centers will fuse forming trabeculae surrounding cavities containing blood-forming and mesenchymal cells.



d) Lamellar bone replaces the woven bone as compact bone surrounds the spongy bone.



e) The remaining non-calcified mesenchymal tissue will form the periosteum and endosteum.

داخل الcavities.. الmesenchymal cells رح يكون الها مصيرين..

الأول : forming blood elements forming cells (يعني بتكوّن الblood)

الثاني : والباقي بشكل الendosteum اللي ببطن الخلايا , أو بشكل periosteum وبغطي العظم من برا..

وبالإضافة لتكوّن الspongy bone رح يتكوّن عندي طبقه رفيعة من الcompact bone برضه حول الspongy..

وبشكل عام أول bone بتكوّن بكون woven بعدين مع النمو بتحول لlamellar

وجب تنويه رح أضيف هسا شرح نقطة **c & d** من سلايدات السنه الماضية الكم الحرية بقرائتها

3) The areas of bone matrix will line elongated cavities that are filled with blood-forming and mesenchymal cells.

العملية هاي بتصير بمناطق عديدة (several ossification centers) , وبين هاي الcenters بكون في mesenchymal cells اللى بلاقى فيها cavities

4) The numerous sites of ossification will eventually fuse together, and so will the cavities.

ولاحقا الcavities المختلفة بتتحد مع بعض والossification centers برضه بتتحد, وبتكون عندي bone with several small cavities (spongy bone)

5) The bone thus formed is a spongy bone.

6) The cavity formed is filled with bone marrow.

7) At first, bone formed by osteoblasts is primary which

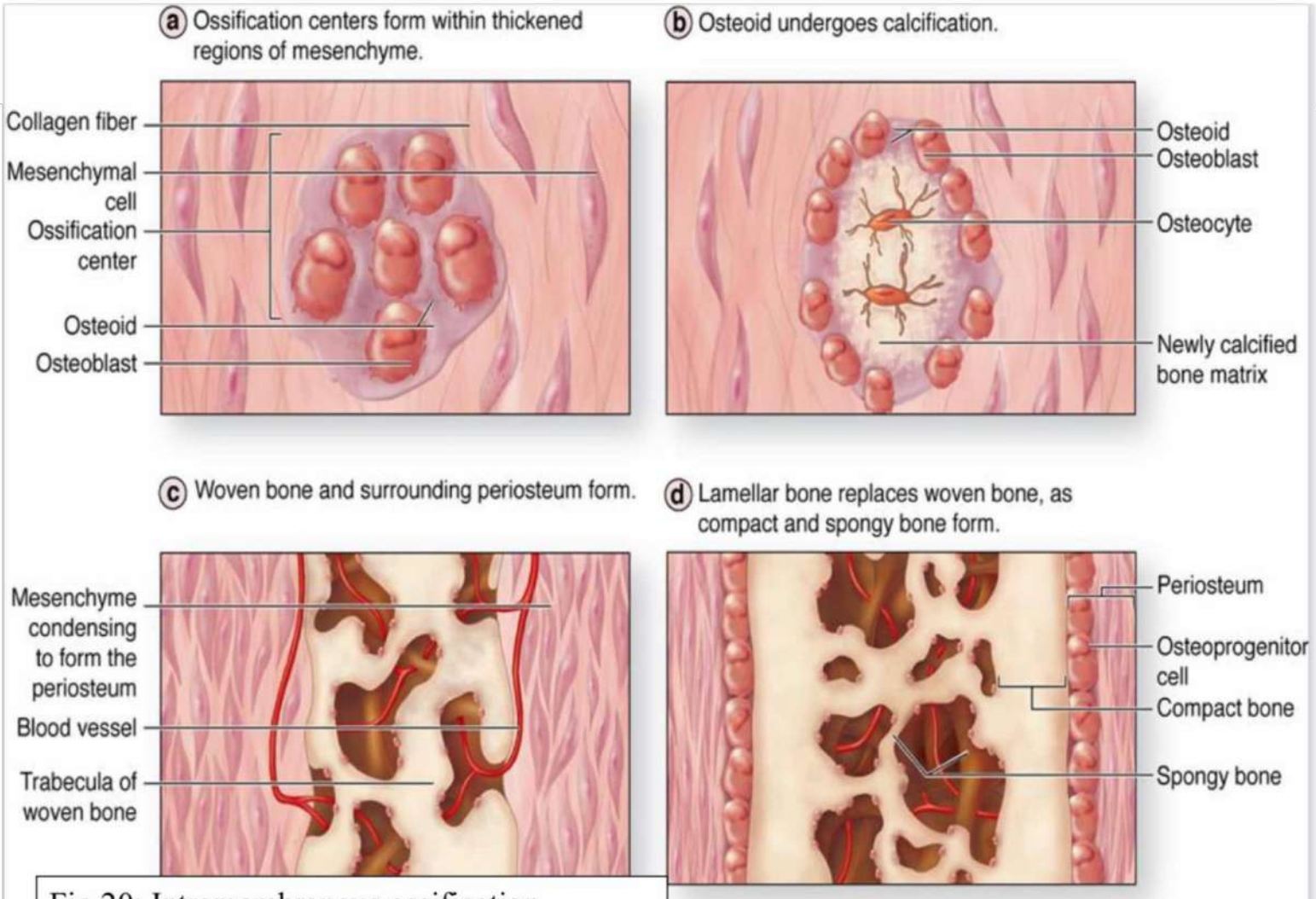


Fig.20: Intramembranous ossification.

مسكتك يلي عملتلهم skip
أرجعلهم أشوف
بس بدهم 5 دقايق قراءة ترا
وممكن أقل 🫣

inside Endochondral Cartilage Ossification:

هاد نوع بس يلي بصرله Endochondral

1) A model of the bone made from hyaline cartilage is formed.
2) A ***Bone Collar*** is formed around the diaphysis of the model. This will prevent passage of nutrients from the perichondrium to the chondrocytes. بتكوّن عندي طبقة رقيقة من العظم غير نافذة للnutrients
3) Chondrocytes will produce alkaline phosphatase and they will hypertrophy, enlarging their lacunae and compressing the cartilage matrix between them. حجمها بكبر.. فالlacunae بتكبر والmatrix بينها بنضغط
4) The compressed matrix will be calcified and the chondrocytes will die forming a porous structure. صح بصيرلها calcification بس لسا ما بقدر أسميها bones لإنها لسا ما بتحتوي على الشرط الثاني للbones (الcells)
5) Osteoclasts will dig tunnels through the calcified matrix. In these tunnels, blood vessels and osteoprogenitor cells from the perichondrium (which is now called periosteum) will reach the matrix. عشان الnutrients تعبر من برا العظم لجوا بتعمل الosteoclasts على حفر أنفاق في العظم بتمر خلالها الvessels

47

وجب تنويه the calcified matrix ما بسميه bone لانه لسا ما اجى اله osteoblasts

6. Osteoprogenitor cells will form osteoblasts that line the cavities of the porous structure.
7. Osteoblasts will produce primary bone which will later convert into secondary bone.

The mesenchymal cells will convert into osteoblasts.. And osteoblasts will start to form osteoid which will later become calcified to form bone matrix, the osteoblasts will eventually be surrounded by the matrix and will convert to osteocytes

وهاي العملية كلها بتمثل الprimary ossification

8. Ossification in the diaphysis is called the ***Primary Ossification Center***. Later in life, ***Secondary Ossification Centers*** appear in the epiphyses by a similar process

9. Cavities will be formed during this process and these will be filled with bone marrow.

The hyaline cartilage

➢ In the epiphysis, the cartilage remains in two areas:

- The Articular Cartilage. This persists throughout life.

بضل cartilage طول عمره

- The Epiphyseal Plate, which disappears during adulthood.

بصيرله ossification مع العمر

طبقة العظم رح تنمو حدوث diffusion يلي كان يوصل غذاء فبناني رح تموت تدريجيا وقبل ما يحدث لها الموت hypertrophy بصير الها تكفف

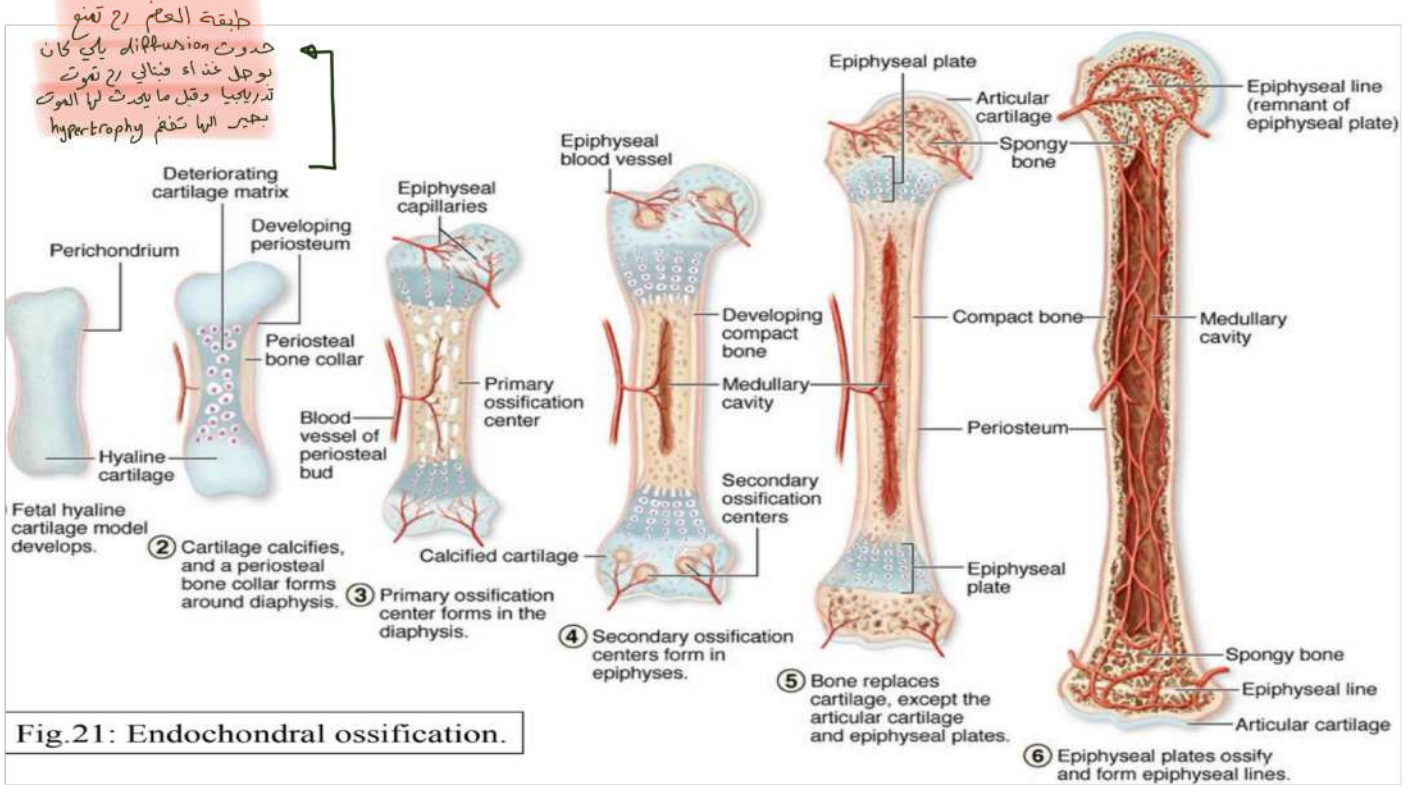


Fig.21: Endochondral ossification.

مهم جدا أرجعوا لشرح الدكتور لهاد السلايد يلي ببلش من 9:00

Lec-10- bone tissue and ossification
Medical club records
HISTOLOGY'S RECORDS
51:19

رح أحطلكم لينك المحاضرة بالبوست

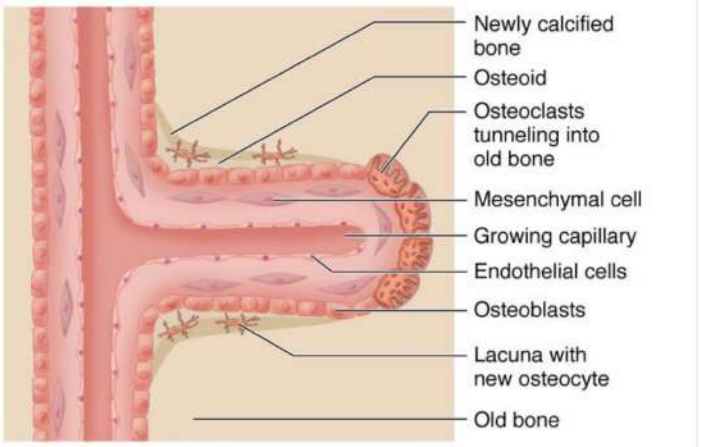


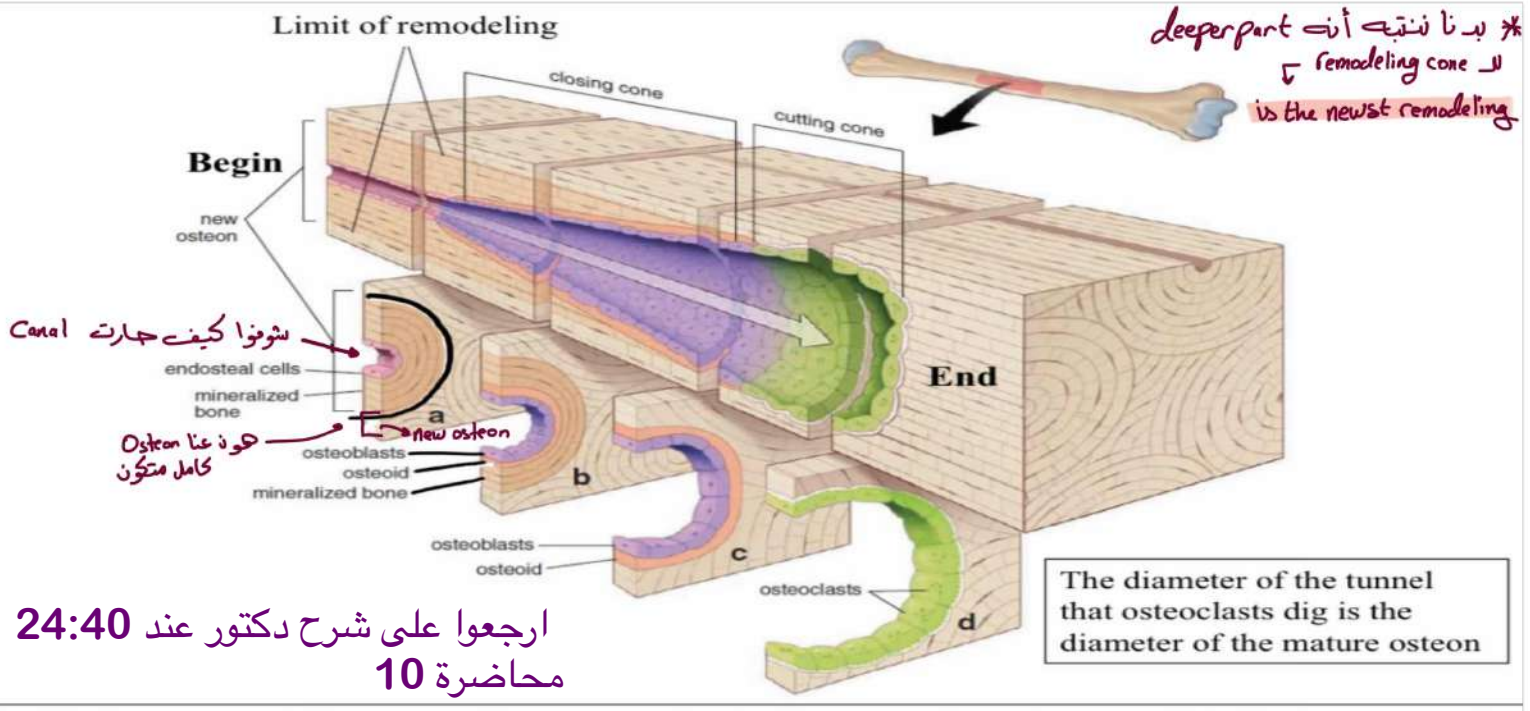
Fig.22: Formation of bone.

اللهم أعنّا على شكرك وذكرك وحسن عبادتك

صورة غير مطلوبة منا هي
فقط توضيحيه من سلايدات
السنه الماضية

Bone Remodeling (Remodeling Cone):

- It occurs throughout life.
- Osteoclasts resorb old bone forming a tunnel (cutting cone).
- The tunnel is invaded by osteoprogenitor cells and sprouting loops of capillaries from the endosteum or periosteum.
- Osteoblasts develop, line the wall of the tunnel, and begin to secrete osteoid in a cyclic manner, forming a new lamella to the inside of the older ones trapping osteocytes inside lacunae (closing cone).
- The tunnel becomes constricted with multiple concentric layers of matrix, and its lumen finally becomes as the central canal of a mature osteon.



ارجعوا على شرح دكتور عند 24:40
محاضرة 10

Fig.22: Bone remodeling cone. The process begins by osteoclasts (green cells) digging a tunnel (section d). Osteoblasts (purple cells) will line the tunnel and produce osteoid (orange) that will later mineralize (sections c and b). More layers are formed until a mature osteon is formed (section a) with a central canal lined by endosteal cells (pink cells).

Bone Growth & Repair

- Increase in length of bones occur at site of epiphyseal plate before they're closed. After closure of the plates during adulthood, no further increase in bone length can occur. The time of closure of the plate is specific for the bone. This can be used to determine the age of the person.

- المقصود بclosed انه الepiphyseal plate فقد القدرة على زيادة طول العظم.. مش انه في اشي تسكر بشكل حرفي.. والعمر اللي بصير فيه closure لكل عظمة معروف ومحدد, وآخر عظمة بسكر الepiphysis هي الclavicle تقريبا بعمر ال23-25.. ويستخدم هاض الموضوع بالتحقق من العمر الحقيقي لبعض الأشخاص اللي ممكن يكونوا بزيفوا هويتاهم, أو لدراسة الجثث ومعرفة أعمار المومياوات عند موتها..

- الperiosteum بتبلش تكوّن osteoprogenitor cells و osteoblasts وبتكوّن طبقات جديدة

- Increase in width of bone can occur throughout life by appositional growth from the periosteum.
- Bone growth is affected by several hormones in the body, like growth hormone.
- Repair of bone is usually very well because bones are well vascularized.

Tetracycline and Bones:

مادة مشعة

- Tetracycline binds with great affinity with Ca^{2+} in recently deposited bone matrix. Based on this interaction, a method was developed to measure the rate of bone apposition, an important parameter in the study of bone growth and the diagnosis of bone growth diseases.

الtetracycline يعتبر antibiotic معروف جدا لكثير أنواع من البكتيريا.. ولكنه كمان مادة مشعّة (fluorescence substance) بترتبط بالCa بالعظم الجديد, و زي ما أخذنا زمان ببداية الفصل (introduction – slide 13) فهي بتخلي العظم يشعّ بلون أخضر, فصاروا العلماء يستخدموها عشان يراقبوا نمو العظم ويعرفوا اذا في أي خلل أو مرض بنموّه

- Tetracycline is administered twice to a patient, with an interval of 5 days between injections. A bone biopsy is then performed and the sections are studied by means of fluorescence microscopy. The distance between the two fluorescent layers is proportional to the rate of bone apposition.

لما بدي أشوف نمو العظم عند مريض بقوم بإعطاؤه الtetracycline على جرعتين بينهم 5 أيام, بحيث في أول مرة بقيس وبسجل موقع العظم المتكون جديد.. وبعد 5 أيام برجع أعطيه جرعة ثانية وبشوف الفرق بين الموقع الجديد للعظم وهل نما بشكل جيد ولا في خلل في نموه

Tetracycline must not be given to a pregnant or lactating women or to a child whose teeth are erupting, because it may bind to Ca^{2+} of the newly forming teeth of the child leading to the permanent discoloration of the teeth.

- الأسنان الدائمة بتكون مخزنة في اللثة بانتظار موعد خروجها.. ف إعطاء الطفل tetracycline رح يأدي لاختلاطه بالأسنان الدائمة, وبمجرد نموها وتعرضها لأشعة الشمس (UV) بصيرلها brownish discoloration

- وبما إنه مادة مشعّة وبترتبط بال newly formed bone فإعطاؤه لطفل أسنانه لسا قاعده بتطلع أو ببدل بأسنانه خطأ كبير لإنه رح يأدي لتواجد الtetracycline في الأسنان , و رح تأدي لpermanent discoloration فيهم.. وممكن برضه تنتقل للجنين إذا تم إعطاؤه للمرأة الحامل, أو للرُضّع عن طريق حليب الأم إذا كانت بتتناول أدوية بتحتوي على tetracycline..
هسا هي رح تتحد برضه مع العظم داخل الجسم.. بس العظم ما رح يتعرض للUV light وبالتالي ما رح يظهر التأثير إلى عالأسنان

Fig.23: Staining of teeth as a side effect of tetracycline use.

The Epiphyseal plate

- Epiphyseal cartilage is divided into five zones starting from the epiphyseal side of cartilage:

الأقرب للepiphysis

1. **The Resting Zone:** consists of hyaline cartilage with typical chondrocytes.

2. **Proliferative Zone:** chondrocytes divide rapidly and form columns of stacked cells parallel to the long axis of the bone.

3. **The Hypertrophic Zone:** contains enlarged chondrocytes. The matrix is reduced to thin septa between the chondrocytes.

- الchondrocytes بتكبر بالحجم.. بالتالي الlacuna بتكبر.. فالmatrix اللي بينهم رح تنضغط وتقل

4. **The Calcified Zone**: Death of chondrocyte with calcification of the thin septa of cartilage matrix.

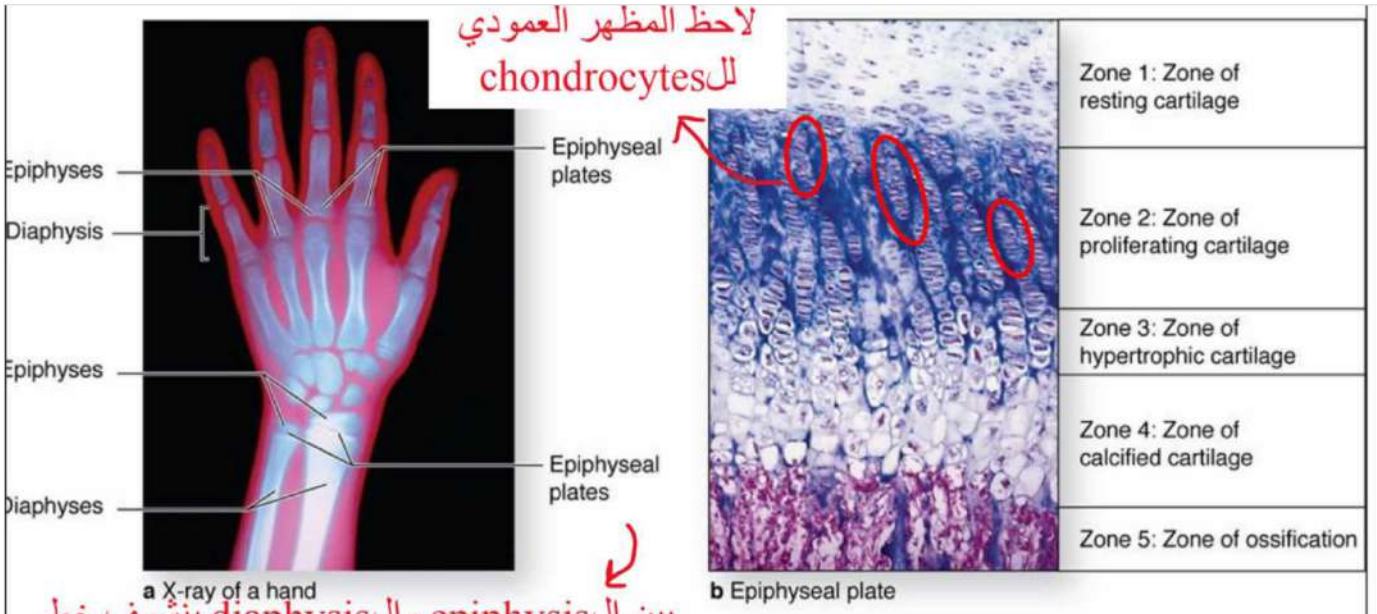
Zone of deposition of Ca (هون ببلش يظهر الكالسيوم)

الأقرب للdiaphysis

5. **The Ossification Zone:** Blood capillaries and osteoprogenitor cells originating from the periosteum invade the cavities left by the chondrocytes. The osteoprogenitor cells form osteoblasts which will deposit bone matrix.

التغيرات اللي بتصير بالepiphysial plate من zone 1 to 5 مشابهة للعملية اللي بتصير بالendochondral ossification

لاحظ المظهر العمودي للchondrocytes



بين الepiphysis والdiaphysis بنشوف خط رفيع جدا (paint line) بمثل الepiphysial plate

Fig.24: The epiphyseal plate

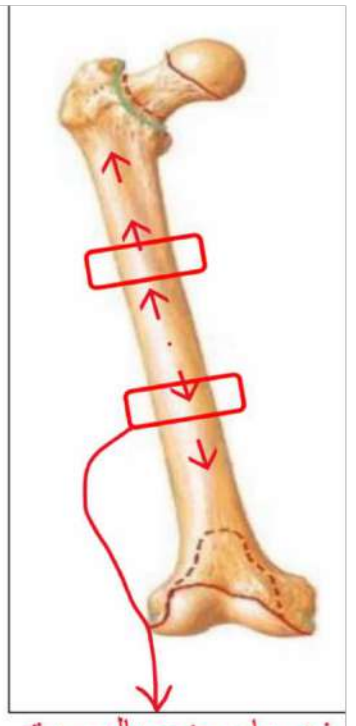
وظهوره بلون باهت لأنه مكوّن من cartilage

(شرح الفقرة هاي بالسلايد التالي)

- Before closure, each layer converts to the next at the same rate with the formation of new cartilage in zone 1 and new bone in zone 5. Therefore, there's no change in the relative size of the plate. The plate moves away from the center of the bone thus increasing bone length. The chondrocytes in the plate will, eventually, start to die without forming new cartilage. The dead cartilage is replaced by bone until all the plate becomes ossified at the time of closure.

هاد السلايد قراءة + فهم

اللي عنا بالصورة هون هاي الfemur.. زي ما بنعرف الossification ببلش من الshaft صعودا إلى الheads 2.. فالepiphysial plate بكون بمنتصف العظمة بالبداية (بالzones 5 تبعته) بعدين كل ما يصير ossification لطبقة بطلع الplate شوي لفوق.. ف حجم ال epiphysial plate بضل زي ما هو تماما ما بصغر ولا بكبر, إنما مكانه اللي بتغير بحيث بضل يبعد عن مركز العظمة.. طب كيف حجمه ما بتغير بينما قاعد بتحول لboneل ؟ الzones كلها بصيرلها تحوّل للمرحلة اللي بعدها بنفس الوقت وبنفس المقدار.. يعني أول اشي بداية تكون الbone بتكون عندي cartilage (zone 1).. بعدين الchondrocytes الموجودة بتبلش تتكاثر وبتتحول لzone 2, وبنفس الوقت اللي بتتحول فيه لzone 2 بكون في cartilage جديد تكون يعوض مكانها بzone 1.. بعدين الخلايا بzone 2 بصيرلها hypertrophy (تضخم) وبتتحول لzone 3, وبنفس وقت تحولها بكون zone 1 بتحول لـ2 , وبكون في new cartilage بتكون.. بعدين الchondrocytes بتبلش تموت ويتحول zone 3 لـ4.. وبنفس الوقت نفس العملية بتصير بباقي الzones اللي قبل وصولا بالنهاية لـzone 5 مع استمرار حدوث هاي العملية بالzones اللي قبل محافظا على حجمه.. بس لما نوصل بالنهاية لمرحلة الclosure.. بحيث zone 1 بتحول لـ2 بس بدون وجود new cartilage يعوض مكانه بzone 1 , بعدين 2 بتحول 3, و 3 بتحول لـ4 ثم لـ5 دون وجود تعويض أو تكوين للzones اللي قبل مرة ثانية وبتوقف نمو العظمة عند هاي المرحلة.



زي ما موضح بالصورة حجم ال epiphysis plate ما بتغير وإنما بتحرك بعيدا عن مركز العظمة

Synovial Membrane

(هو جزء من الsynovial joints)

- The synovial membrane, may contain areolar, fibrous or adipose tissue depending on the joint. (يعني بتتكون من CT)

- Has 2 types of cells :
خلايا للتنظيف وأخرى لتكوين الECM

Cells of the synovial membrane

Perform phagocytosis

- The synovial membrane has ***phagocytic synoviocytes*** that are round and located near the cavity. They engulf debris resulting from wear and tear.

حركة الjoints المستمرة بنتج عنها تكسُّر للstructures بالjoint وبنتشر قطع صغيرة مكسرة, فهاي الخلايا بتعمل على تنظيفها والتخلص منها

- The membrane also contains ***fibrocytic synoviocytes*** that produce hyaluronic acid (and other components of the extracellular matrix of the membrane). These are located deeper in the membrane.

المسؤولة عن تكوين الECM والsynovial fluid

هيك بنكون وصلنا لنهاية الملف
بتمنى يجماعه تدعولي وموفقين ❤️

وبس كده انتهى التفريغ