

VEIN BATCH 2027



Sub: Histology المادة:

Lecture: 4 المحاضرة:

By: Mohammad alomari إعداد:

Edited: تعديل:



Cartilage

Dr. Mustafa Saad
(2022)
part 1

تفريغ : محمد العمري

بالشائتر السابق بلشنا بال CT وأخذنا منه نوعين (ال Areolar وال Liquid) وبهاض الشائتر رح
نحكي عن آخر نوع وهو ال Supportive

- ***Cartilage is a supportive type of connective tissue whose ECM is of a firm consistency which allows the cartilage to bear mechanical stresses.***

بكون firm بسبب وجود
ال chondrocytes

Cartilage is characterized by :

وطبيعة المواد اللي بفرزها

- Cartilage is formed of **Chondrocytes and ECM**. This ECM is composed of **fibers and ground substance synthesized by the chondrocytes.**

مجرد ما أعرف إنه النسيج فيه chondrocytes فهاض يعني إنه cartilage , وهي اللي بتكوّني ال ECM

- According to the relative contents of the ECM, cartilage can be divided into three types:
 1. Hyaline Cartilage.
 2. Elastic Cartilage.
 3. Fibrocartilage.

زي ال Epithelial tissue (بس الفرق إنه ال ET كان يحصل على التغذية من طبقة من ال CT تحته) ←

- **Cartilage contain no blood vessels or nerves.**

Nutrients and stimuli reach this tissue by diffusion from the Perichondrium or from the nearby synovial fluid. في ال joints يتم تغذية ال cartilage عن طريق ال synovial fluid.. أما في باقي الأماكن ف عن طريق ال Perichondrium

*طيب بما إنه ال cartilage ما فيه nerves.. كيف بنحس لما يصير إلتهاب بالعضاريف؟ لما يصير الإلتهاب بعمل pressure على ال Perichondrium وهو اللي بنقل إشارة إنه في خلل

- **Perichondrium:**

Is a layer of dense connective tissue that covers all hyaline cartilages (except in joints) and all elastic cartilages. It's richly vascular and contains collagen fibers and fibroblasts. It's essential for the nourishment of the cartilage.

← بنلاقية بال elastic.. بس ما يكون موجود بال fibro cartilage (غير مغطى بال perichondrium)

Functions of Cartilage:

ال skeleton تاوعها عبارة عن

→ bones مش cartilage

1. Support of soft tissues, as in the larynx and trachea.
2. Acts as a shock absorber as in the intervertebral disc.
3. Important for development and growth of bones before and after birth.

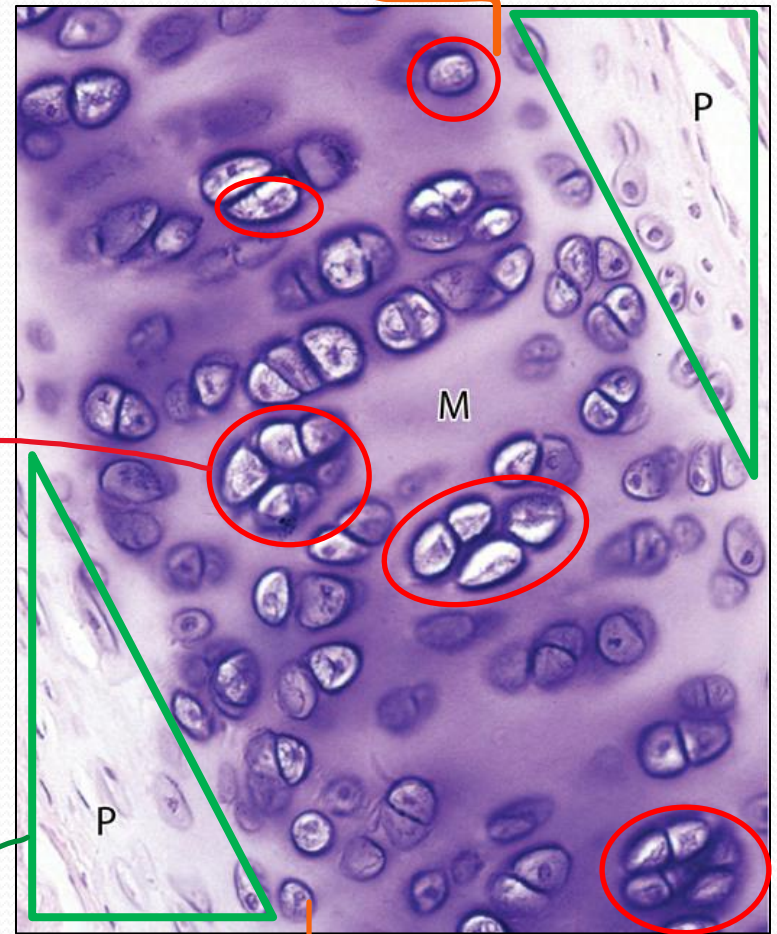
Chondrocytes: (The characteristic cells of cartilage)

- ❑ Oval or round cells.
- ❑ Located **inside spaces** in the surrounding matrix called **lacunae**. ..ground sub **بالمحاطة بال** ECM **المنتشرة في ال** cells **كانت ال** CT **السابقة كانت ال** **بأنواع ال** cells **بس هون في عنا** empty spaces **اسمها** lacunae **بتشكل** cavities **صغيرة بتحتوي** **عال** cells
- ❑ Each lacuna may contain 1-8 chondrocytes.
- ❑ **Function:** **production of the ECM** including the fibers and large molecules of the ground substance.

Hyaline Cartilage

- ❖ The most common type of cartilage. Fresh hyaline cartilage is bluish-white in color.
- ❖ The chondrocytes are oval or round. الدوائر بتمثلي ال lacunae.. وبداخلها chondrocytes ال بنلاقي
- ❖ The ECM is rich in collagen fibers.
- ❖ The ground substance is rich in *hyaluronic acid*.

ال collagen fibers بتكون acidophilic
بينما ال hyaluronic acid بكون
basophilic.. لكن ال cartilage بالمحصلة
بظهر بلون بنفسجي.. والسبب إنه ال
fibers بتكون صغيرة وما بتتجمع في
bundles, فما بتتأثر بالصبغة وما بظهر تأثيرها



المنطقة اللي الظاهرة عالطرف بتمثل
ال Perichondrium اللي بحيط
بال cartilage

وهاض بالكامل عبارة
عن ال cartilage

Fig.1: Hyaline Cartilage. P = perichondrium. M = ECM.

خلال حياة الجنين (fetal / embryologic life)

- ❖ During development, it serves as a template for the formation of long bones. *كثير من ال bones بتكون عبارة عن cartilage خلال حياة الجنين قبل الولادة (بعدها بصير عندي ossification زي ما أخذنا بالأناتومي)
- ❖ Location (in adults):

1. Articular surfaces of bones in some joints.

بتغطي الجزء من العظم اللي بدخل في ال joint زي ال head of humerus

2. Some cartilages of the airway passages (nose, thyroid and cricoid cartilages of the larynx, and trachea).

3. Costal cartilages.

مش كل ال larynx.. فقط في

4. The epiphyseal growth plate.

ال thyroid وال cricoid

*هي المسؤولة عن نمو العظام بالطول

(زي ما قلنا بالأناتومي برضه)

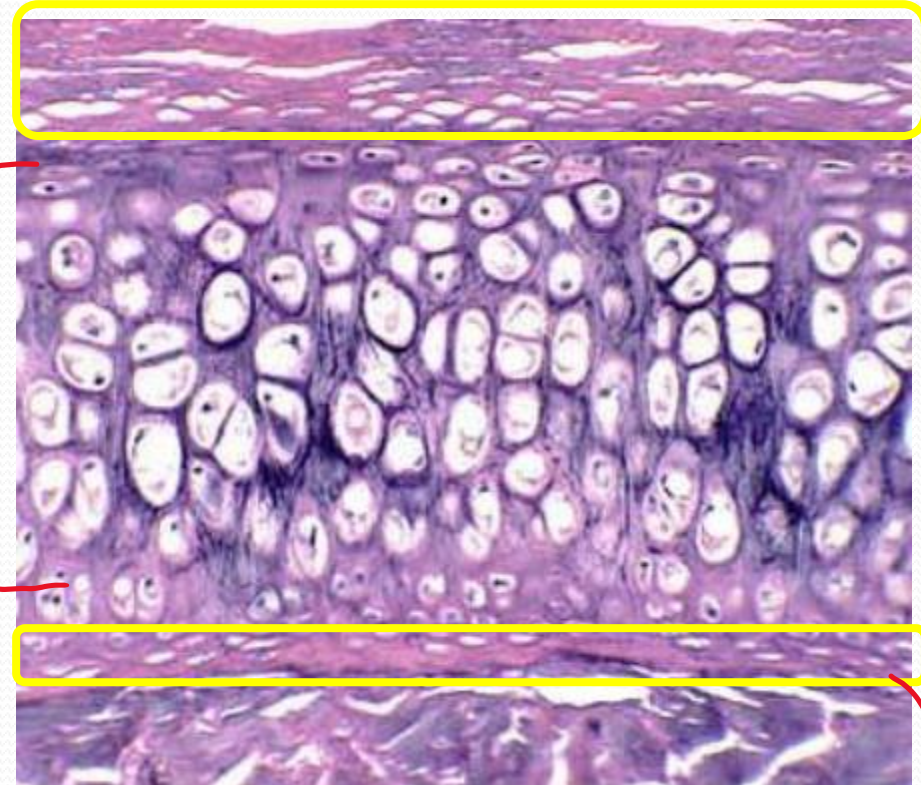
Elastic Cartilage

- The ECM of this type of cartilage is rich in *elastic fibers* which give the fresh cartilage a yellow color.

بالصورة بنشوف تجمع وتراكم كمية كبيرة من
lacunae التي بتحتوي على
lacunae ال chondrocytes وكل اللي بين ال
elastic fibers هو ال

➤ **Location:**

1. Auricle of the ear.
2. Wall of external auditory canal.
3. Auditory tube.
4. **Epiglottis and cuneiform cartilages of the larynx.**



وعلا طرف طبقة من ال perichondrium
(هي نفسها الطبقة اللي كانت بالأبيض عند
ال hyaline بس هون تم صبغها)

Fig.2: Elastic Cartilage. Special stain was used for the elastic fibers. Note the perichondrium on both sides.

Fibrocartilage

✓ The chondrocytes in the lacunae are arranged axially.

✓ The matrix is rich in collagen fibers.

✓ *This type of cartilage possesses no perichondrium.*

بحصل على تغذيته من الأنسجة الأخرى المحيطة فيه , على عكس النوعين السابقين اللي كانت تغذيتهم من خلال ال perichondrium

✓ **Location:** Intervertebral discs, pubic symphysis and the menisci of the knee joint.

*بالرغم من إنه ال collagen fibers فيه بتكون densely packed بس ما بقدر أسميه dense collagenous CT والسبب إنه بحتوي على chondrocytes.. يعني صار cartilage

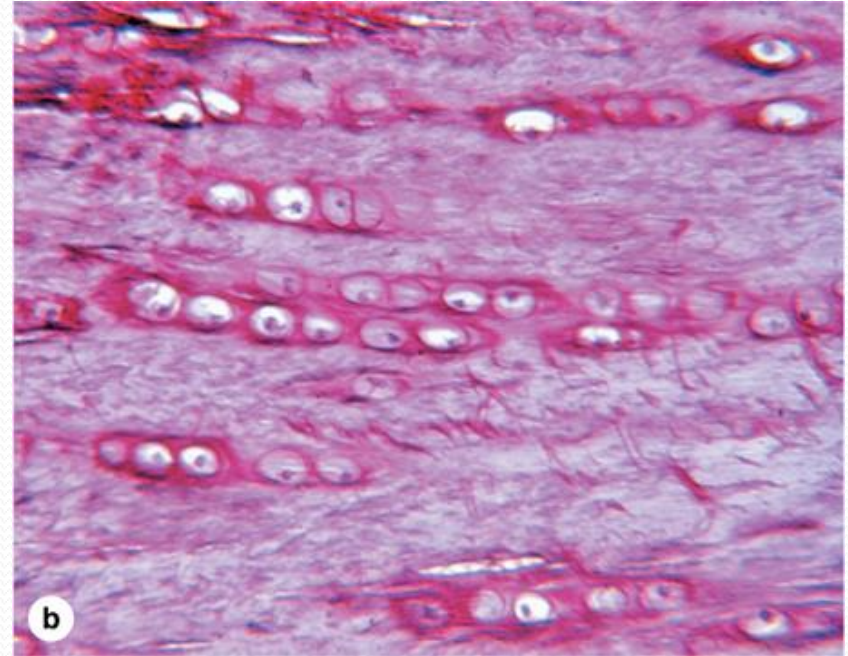


Fig.3: Fibrocartilage. Note the axial arrangement of the chondrocytes and the acidophilic matrix.

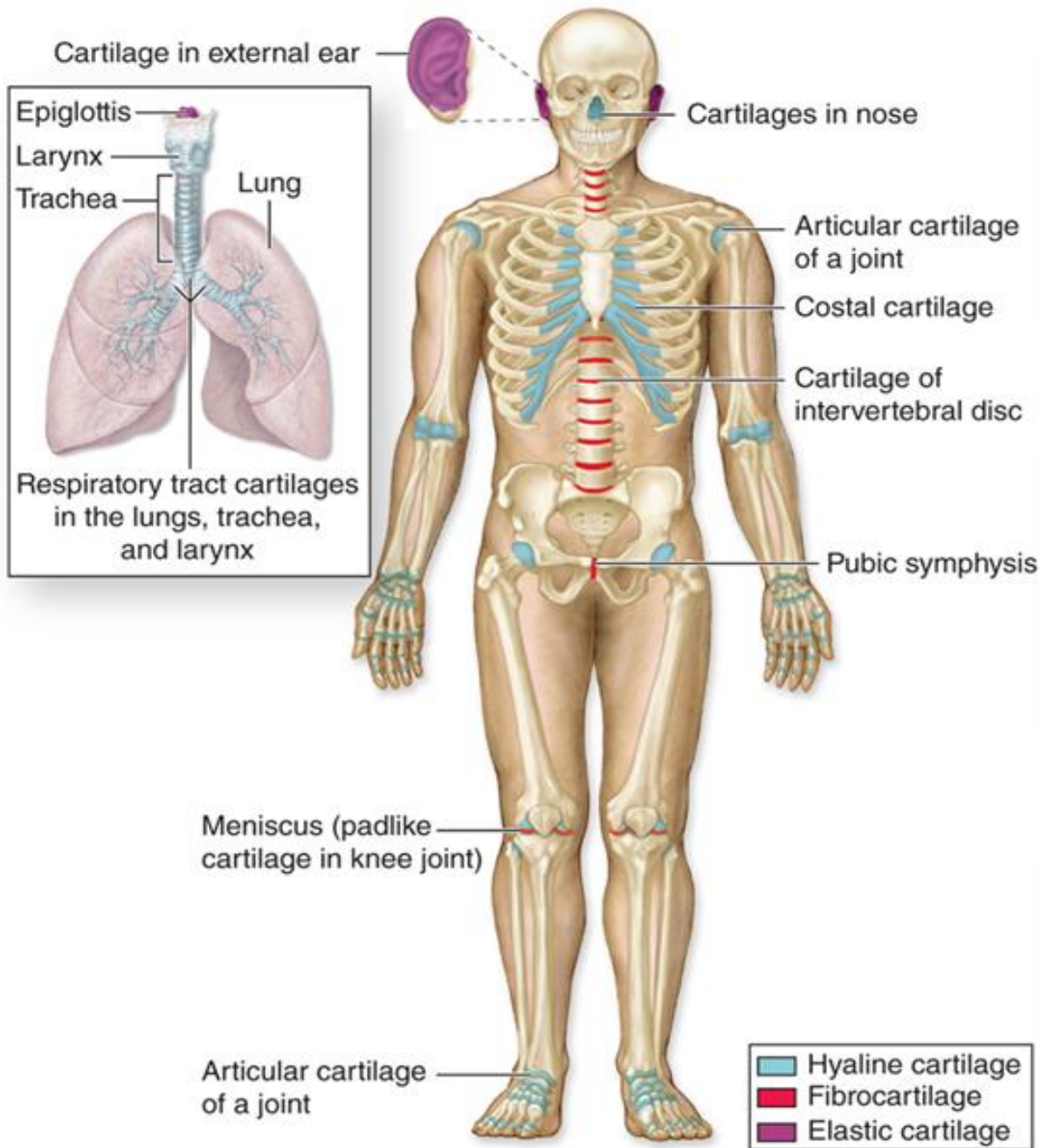


Fig.4: Location of the different types of cartilage.

Intervertebral Discs

- These discs are located **between** the bodies of two adjacent vertebrae.
- They're **formed of** two parts:
 1. Outer Annulus fibrosus.
 2. Inner Nucleus pulposus.
- They **act as** cushions and **shock absorbers** for the vertebrae. *And supports the vertebrae*

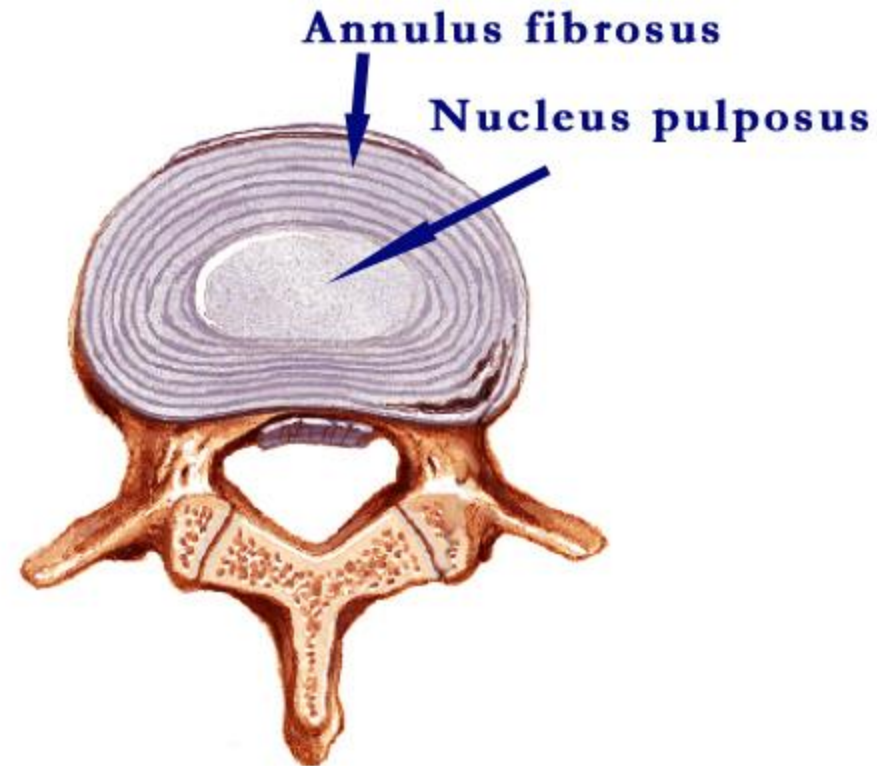


Fig.5: Parts of the intervertebral disc.

Annulus fibrosus:

- It's formed of an external layer of dense collagenous irregular connective tissue. Internally, there are multiple layers of fibrocartilage. The direction of the collagen fibers in any layer is 90° to that of the adjacent layer.

ركزو على اتجاه الfibers في كل طبقة كيف عمودي على اللي تحتها.. وهاض بعطيها قوة ومرونة عشان تدعم الفقرات

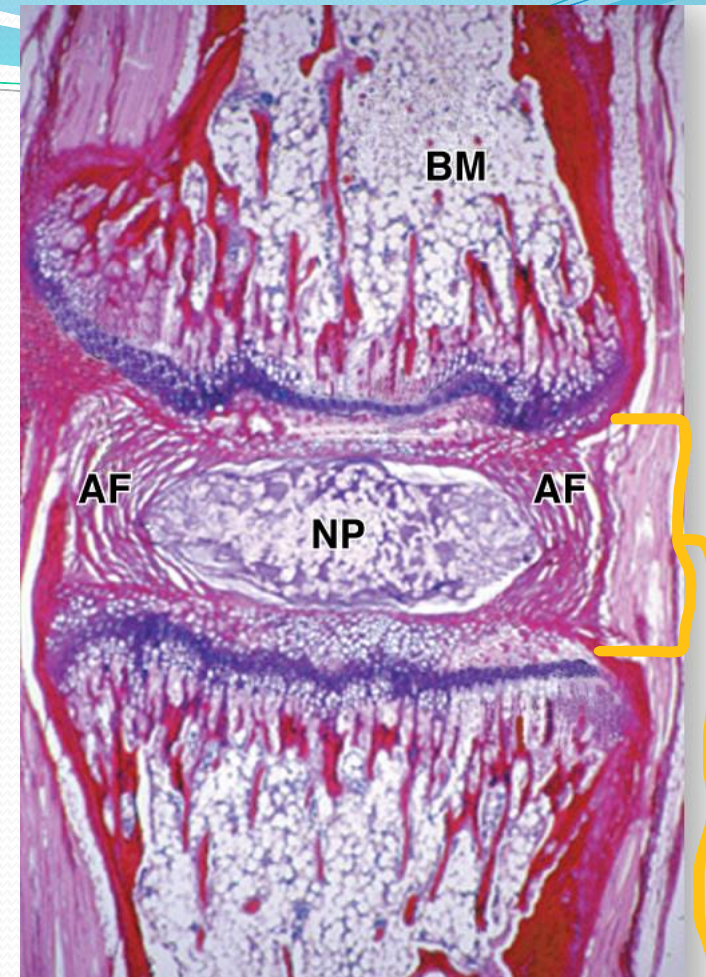
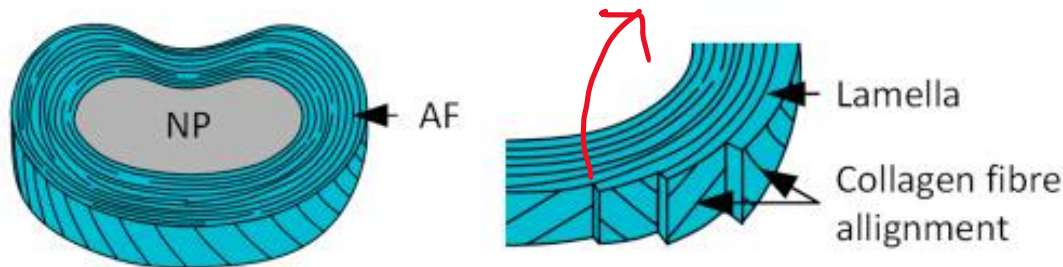


Fig.6: The annulus and its layers.

اللي بالصورة يمثل الcartilage بين two vertebrae

- This arrangement makes the annulus resilient and enables it to act as a support for the vertebrae.

Nucleus pulposus:

- It's formed of a gel-like substance rich in hyaluronic acid and some collagen fibers.
- It may contain some cells.
- It has a high water content.
- It acts as a shock absorber.

ولإنها مكوّنة من gel-like substance مع high water content بتكون أشبه بممتص صدمات.. وبتقلل القوة والضغط التي تنتقل من فقرة للثانية بالعمود الفقري بالتدرّج

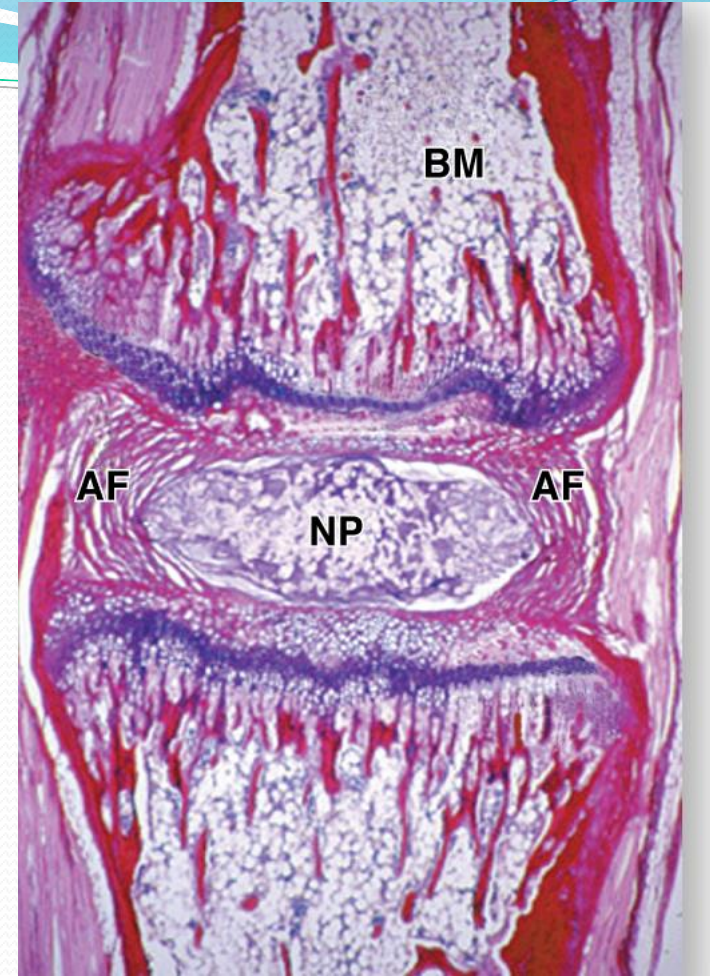
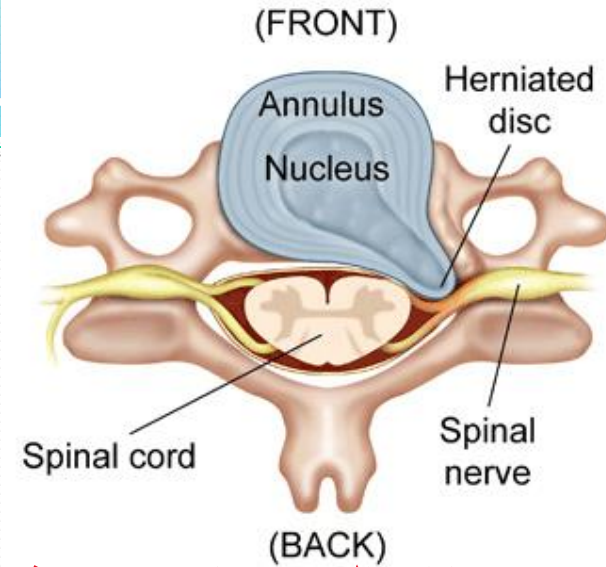


Fig.7: The nucleus pulposus and how it acts as a shock absorber.

Disc prolapse

- ❖ If the annulus weakens, the nucleus will protrude outside the disc → **Disc prolapse/herniation**.
- ❖ This may cause compression on the spinal cord or the roots of the spinal nerves.



بما إنه ال NP مادة جلاتينية فيها نوع من السيولة فأى ضعف أو خلل بال AF رح يؤدي لتسرب ال NP

❖ Percutaneous Laser Disc Decompression

- An optical fiber through a hollow needle is inserted into the herniated disc
- Laser beam is delivered to the nucleus pulposus through the fiber. This will evaporate some of the water in the nucleus creating a vacuum.
- The herniated disc will recede back into this vacuum relieving the compression.

Fig.8: Disc prolapse.

من طرق معالجة ال disc prolapse هي إني أدخل إبره بداخلها optical fiber, بعدين أسلط laser عن طريق ال fiber على ال NP.. وبما إنها بتحتوي على water فال laser رح يرفع الحرارة وبالتالي يتبخر جزء من الماء ويعمل عندي vacuum (فراغ) وهاض الفراغ يسحب ال disc ويرجعه لوضعه الطبيعي

Cartilage Formation, Growth and Repair

- ❑ Formation of cartilage is from precursor cells called Chondroblasts. أثناء الحياة الجنينية عندي خلايا اسمها chondroblasts والتي بعدين بتتحول لـ chondrocytes وبتكوّن الـ cartilage
- ❑ Growth of cartilage is by two methods: In adults (after birth)
(Within the tissue)
 - 1) Interstitial growth : in which the chondrocytes of the cartilage divide to form new cells. الخلايا داخل الـ cartilage بتتنقسم وبتكثر (طبقي, من الخارج)
 - 2) Appositional growth: in which the cells of the surrounding perichondrium differentiate into chondrocytes. الـ perichondrium المحيط بالـ cartilage يتحول لطبقة من الـ cartilage
- ❑ Cartilage repair is usually slow and incomplete due to the avascularity of this tissue. نمو العظام وعلاجها بعد الكسور بطيء جدا بسبب عدم وجود أوعية دموية فيها

Bone Tissue And Ossification

DR. MUSTAFA SAAD
(2022)

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**:

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

1. Osteoblasts
2. Osteocytes
3. Osteoclasts

Functions of Bones

* ال ECM في ال bones بكون صلب والسبب هو وجود ال Ca (عشان هيك بنحكيه 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 ال bone marrow .. ال red , ولونه الأحمر , بسبب وجود ال blood cells فيه , والنوع الثاني ال yellow وهو عبارة عن fatty tissue وما إله علاقة بتكوين خلايا الدم .. ببداية العمر كمية ال Red BM بتكون كبيرة جدا ومع تقدم العمر بصير يتحول ل yellow BM

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

Reducing the power needed in some actions

Bone Cells

1) Osteoblasts

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

الosteoblasts إليها سطحين.. واحد منهم بقابل الbone (داخلي) وهاض السطح بقوم بإفراز الECM بتظهر على شكل خط أبيض بينها وبين العظم (السهم بأشرف عليها بالصورة).. بس العظم في هاي المرحلة يكون لسا تحت مسمى osteoid لأنه ما فيه معادن و Ca

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

☀ **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 يعتبرها bones

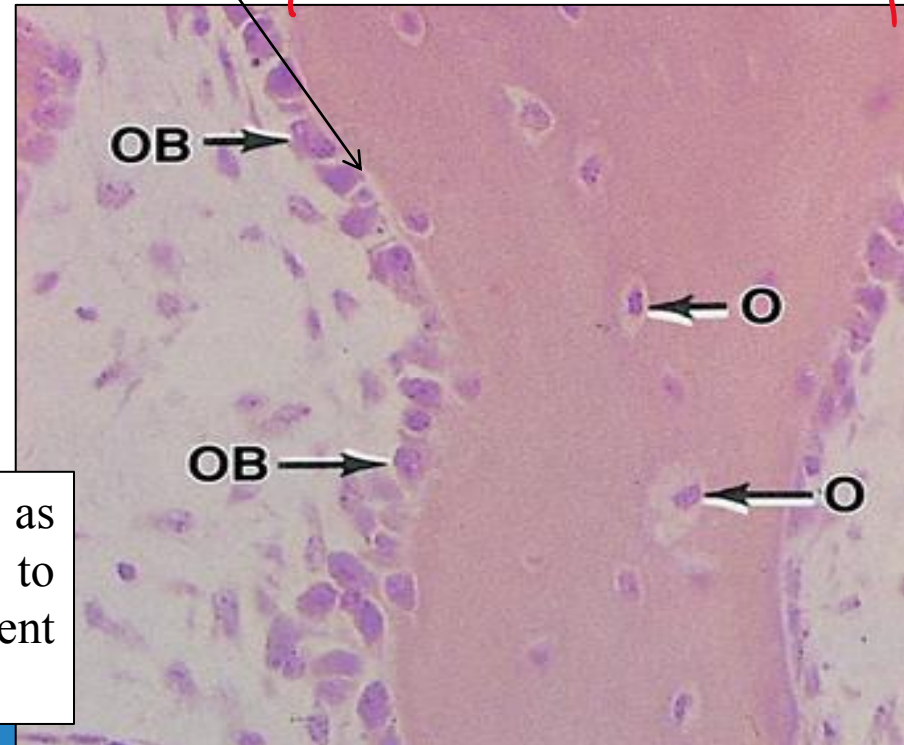


Fig.9: Osteoblasts (OB). Note how they form as single layer. The bone tissue is red in color due to high collagen content. The narrow faint line adjacent to the osteoblasts is the newly formed osteoid.

-oid = similar to, like.

2) Osteocytes

الosteoblasts تنتج الmatrix, ولما يحيط فيها بالكامل رح تتحول لosteocytes

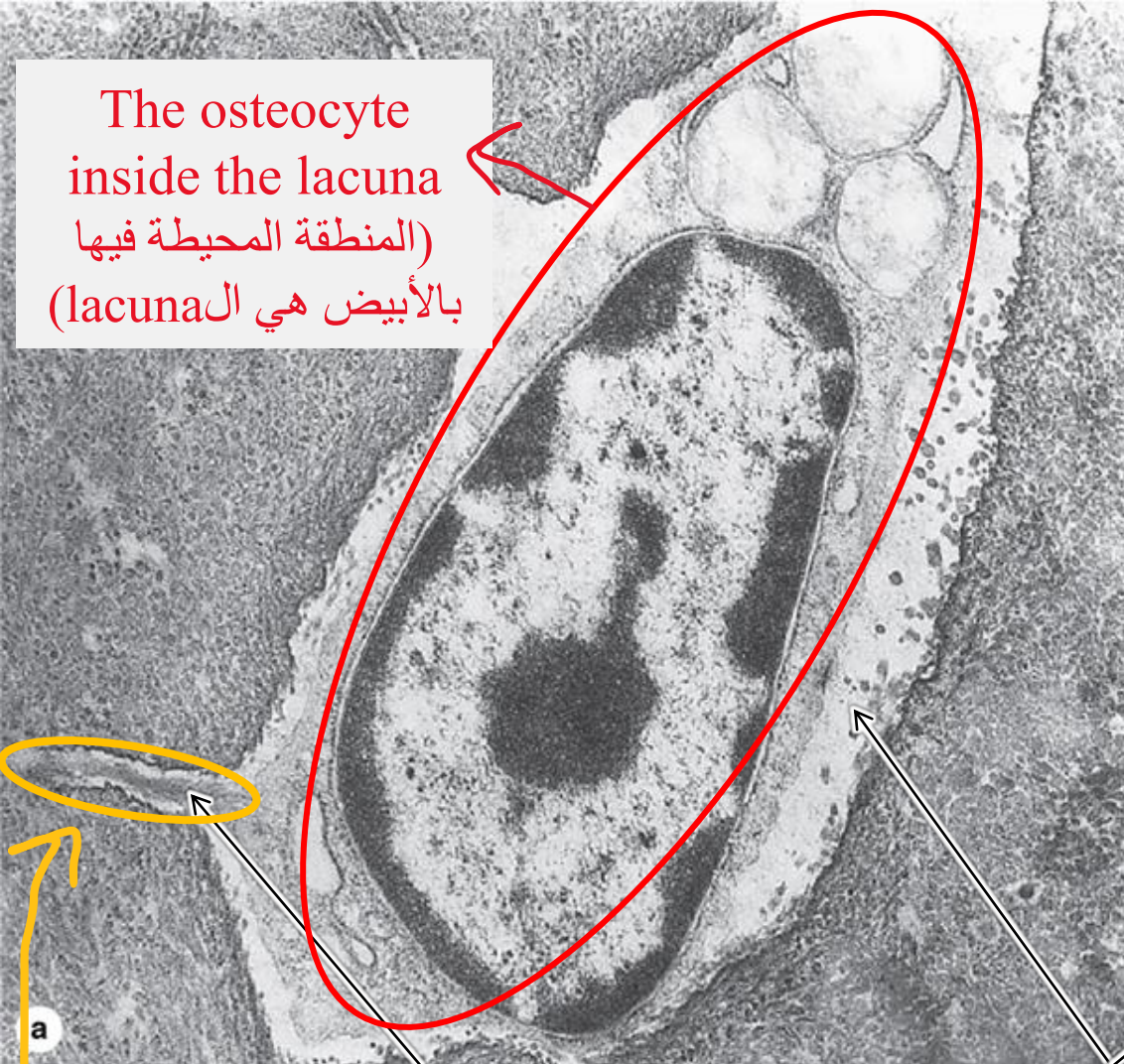
☀ An osteoblast will eventually be surrounded by the matrix it produced and it'll convert into an Osteocyte. Osteocytes are flattened, almond-shaped cells featuring cytoplasmic processes with reduced rough endoplasmic reticulum and Golgi complex and darker nuclei. That's why its less active than the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

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

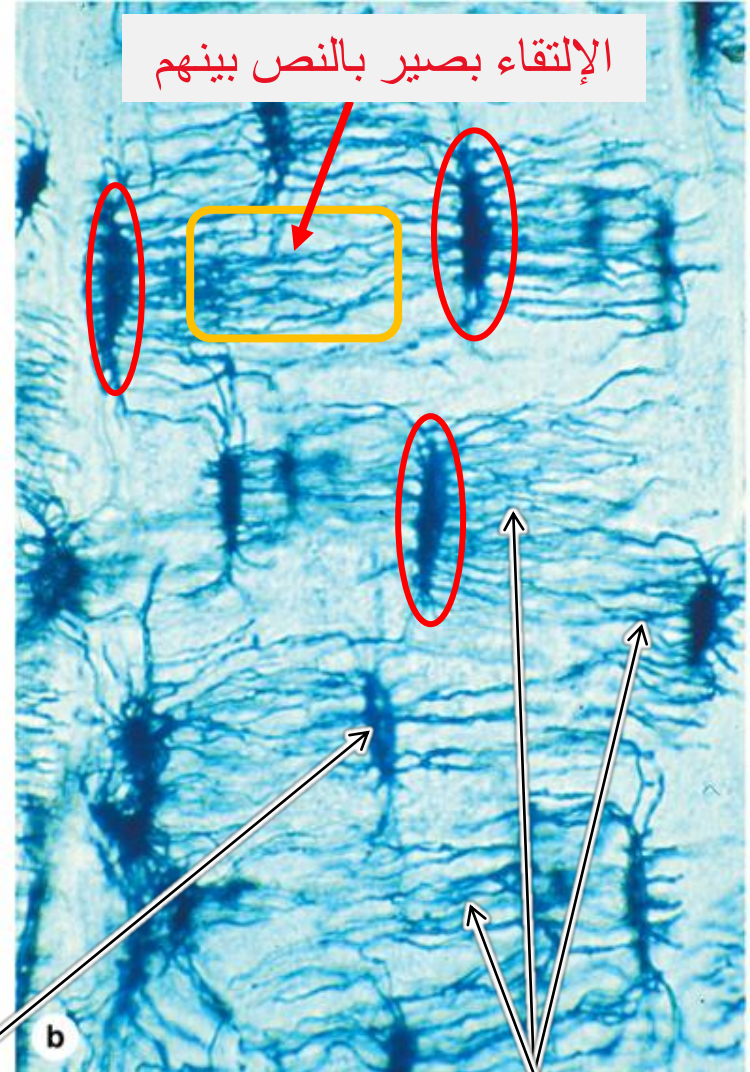
يعني لو عندي fiber بده تجديد أو وحدة من الmolecules بدها تجديد فالosteocytes هي اللي بتكوونها (بس تكوين عظم جديد بالكامل هي وظيفة الosteoblasts)

☀ Each osteocyte is located within a lacuna. Its processes are located in bony canals called canaliculi. كل lacuna بتحتوي على خلية واحدة

☀ 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.



The osteocyte
inside the lacuna
(المنطقة المحيطة فيها
بالأبيض هي ال lacuna)



الإلتقاء بصير بالنص بينهم

Cell process inside a canaliculus	Lacuna	Canaliculi
<p>وكل canaliculi يعبر خلالها ال process osteocytes</p>	<p>وكل lacuna بطلع منها عدد من ال canaliculi ويرتبطوا ب gap junctions</p>	<p>ال lacuna عبارة عن قناة بتساعد على توصيل ونقل المواد داخل العظم.. لأنه صعب هاي المواد تعبر من خلال ال calcified bone</p>

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)

☀ Osteoclasts are **large**, **motile**, **multinucleated** cells.

☀ 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)

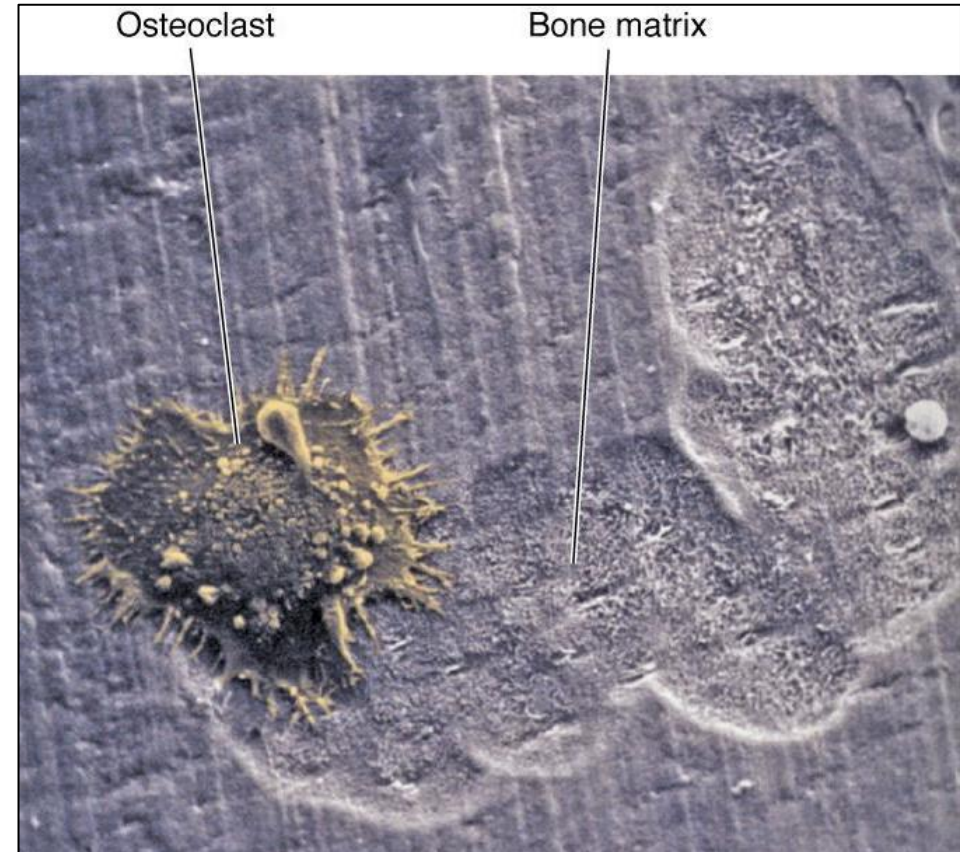


Fig.11: Osteoclast in action.

Process of Bone Resorption:

- 1) Osteoclast works in a specified depression called *Resorption Bay* (Howship's Lacuna).
(area)
- 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 ال matrix عن طريق ضخ ال H التي بتدمر ال inorganic components وإفراز ال enzymes التي بتعمل على تدمير ال collagen fibers

OSTEOCLAST

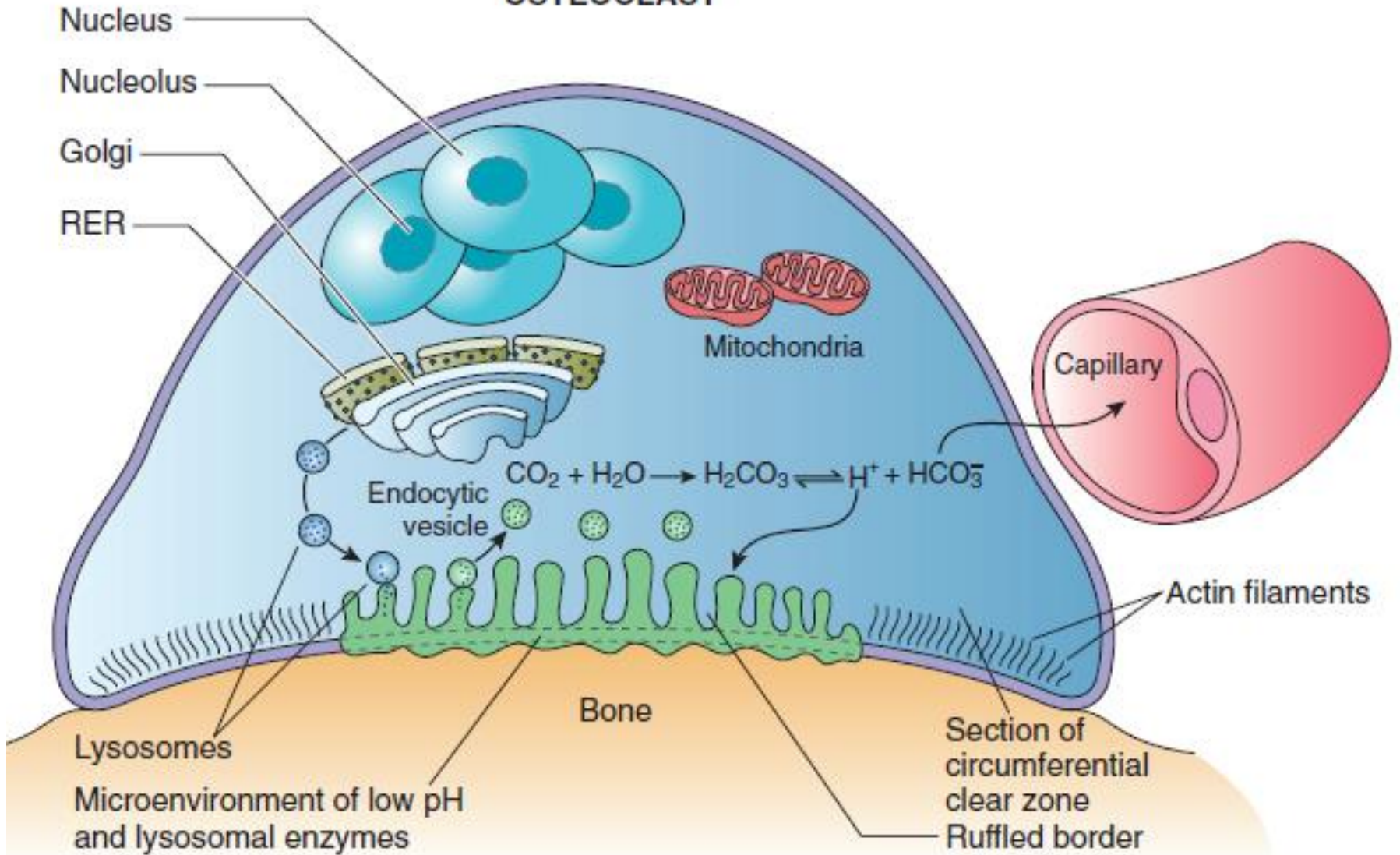


Fig.12: Bone resorption by osteoclasts

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 ال bones يكون عندي عملية مستمرة من تدمير طبقات العظم القديمة وتكوين طبقات جديدة.. عشان العظم يضل محافظ على صلابته وقوته



Cartilage

Dr. Mustafa Saad
(2022)
part 2

تفريغ : محمد العمري

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.	<ul style="list-style-type: none"> – Bones are decalcified and liable for fracture. – High Ca^{2+} level in blood increases risk of renal stones.



وبتظهر ك مناطق فارغة
بالعظم بصورة ال X-ray

ال PTH هو هرمون بأثر على وظائف ال osteoclasts.. ف بالتالي زيادة نسبته رح تؤدي لزيادة نشاط ال osteoclasts.. وبالتالي رح يؤدي لزيادة في عملية ال resorption.. وهاض الإشي رح يؤدي لتكوين cysts (فراغات \ cavities) 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 ال osteoclasts يعني رح تزيد نسبة ال Ca في الدم وهاض برفع خطر الإصابة بحصى الكلى

هرمون يتم إفرازه من
ال parathyroid gland

Disease	Pathology	Notes
Osteopetrosis (Marble bone disease)	Genetic disorder in which there's abnormality in osteoclasts that leads to decreased resorption.	<ul style="list-style-type: none"> – 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 الـ osteoblasts.. بينما هون العكس, ف الـ resorption رح يقل بينما لسا الـ osteoblasts شغالة بتكوين العظم.. وبالتالي رح يصير العظم أكثر سماكة, والـ bone marrow cavity رح تصير أضيق, وبما إنه الدم بتكون بالـ bone marrow فهاض رح يادي لنقص في تكوين الدم, واللي ممكن يسبب الـ anemia.. وقلة تكوين الـ white blood cells رح تقلل المناعة وتعرض المصاب لأمراض أكثر

Bone Matrix

a) Inorganic Components: (50% of dry weight of bone)

- Mainly Hydroxyapatite crystal $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$.

- 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 ال osteoblasts

These both are specific in bones

وهي ال vesicles بتحتوي على alkaline

phosphatase اللي وظيفتها تزيد من تراكم ال PO_4

✓ In the matrix the association of minerals with collagen fibers is responsible for the hardness and resistance of bones. **صلاية العظام معتمدة على النوعين من ال components نوع واحد مش كافي**

✓ **If Ca^{2+} is removed, the bone will maintain its shape but become flexible as a tendon.** **اذا شلنا ال Ca بضل عنا ال collagen fibers وبصير أشبه بال tendon (ال tendon عبارة عن dense regular collagenous CT).. فبشكل عام رح يضل محافظ على شكله, بس اذا تعرض لضغط ممكن شكله يتغير (وهاض اللي بصير بال rickets)**

✓ **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

Periosteum and Endosteum

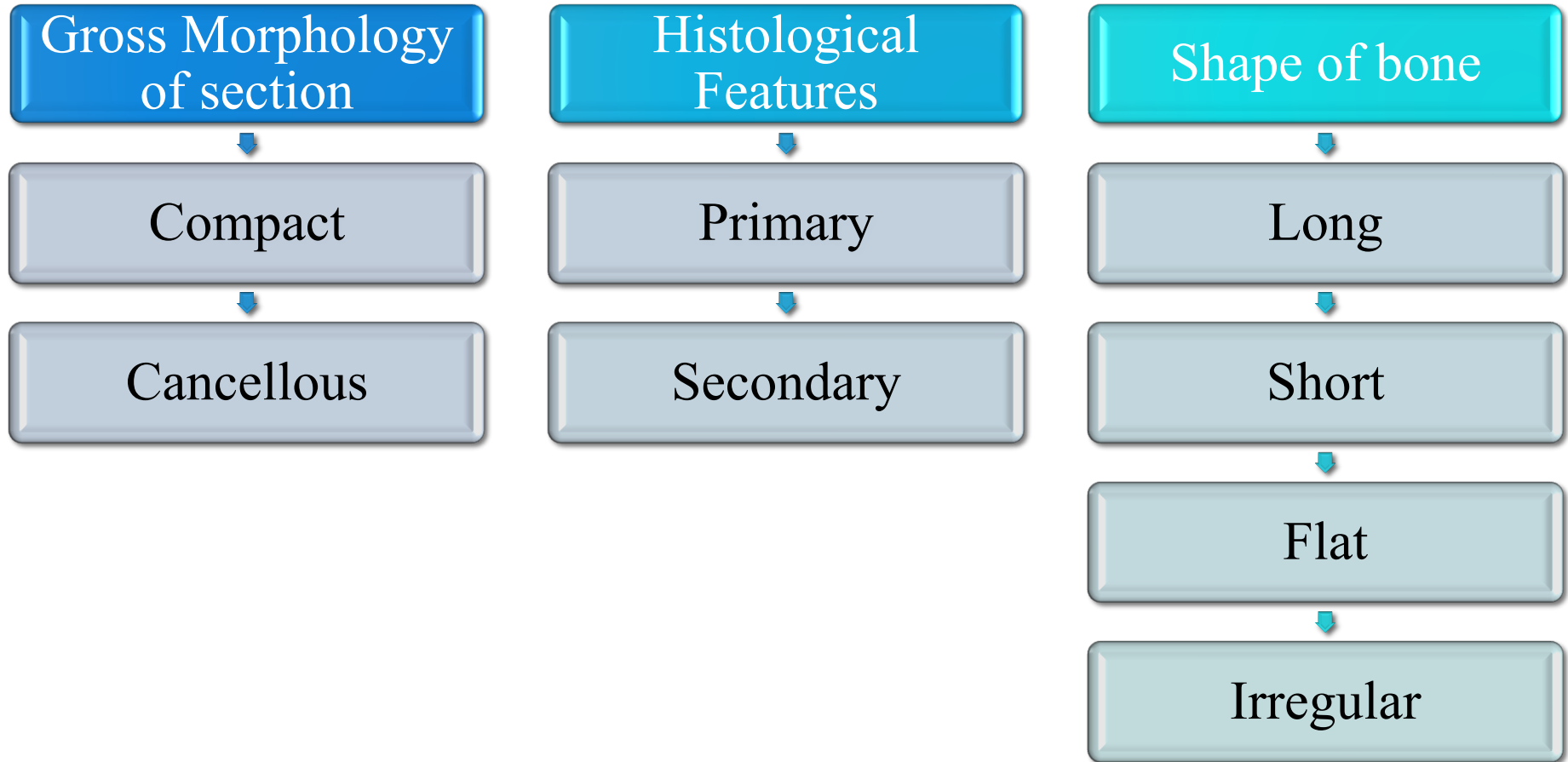
- **Periosteum**: A **thick** connective tissue layer that **covers the outer surface of the bone**. It consists of an outer layer of dense **collagenous** fibrous tissue with fibroblast, and an inner single layer of osteoprogenitor cells.
osteoprogenitor cells are the original stem cells of the bone..
يعني هي الخلايا المسؤولة عن تكوين ال osteoblasts عند الحاجة لتكوين ال bones
A number of collagen fibers pass from this layer to the bone matrix attaching them together (these are called *Perforating fibers*).
ال fibers هاي بتخترق ال periosteum وصولا إلى ال bone matrix وبتربط أجزاءه ببعض
- **Endosteum**: A thin layer that **lines the inner surface of the bone**. Formed of a single layer of osteoprogenitor cells with osteoblasts.



الصورة هيا لspongy bone.. ال P بتمثل الطبقة السمكة على السطح وهي ال periosteum.. ال E هي الطبقة الرفيعة اللي بتبطن جدران العظام (العظام هي اللي باللون الأحمر اوردى) وبداخله ال osteon.. وبين العظم بنشوف الفراغات اللي بتمرّ منها ال blood 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



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.

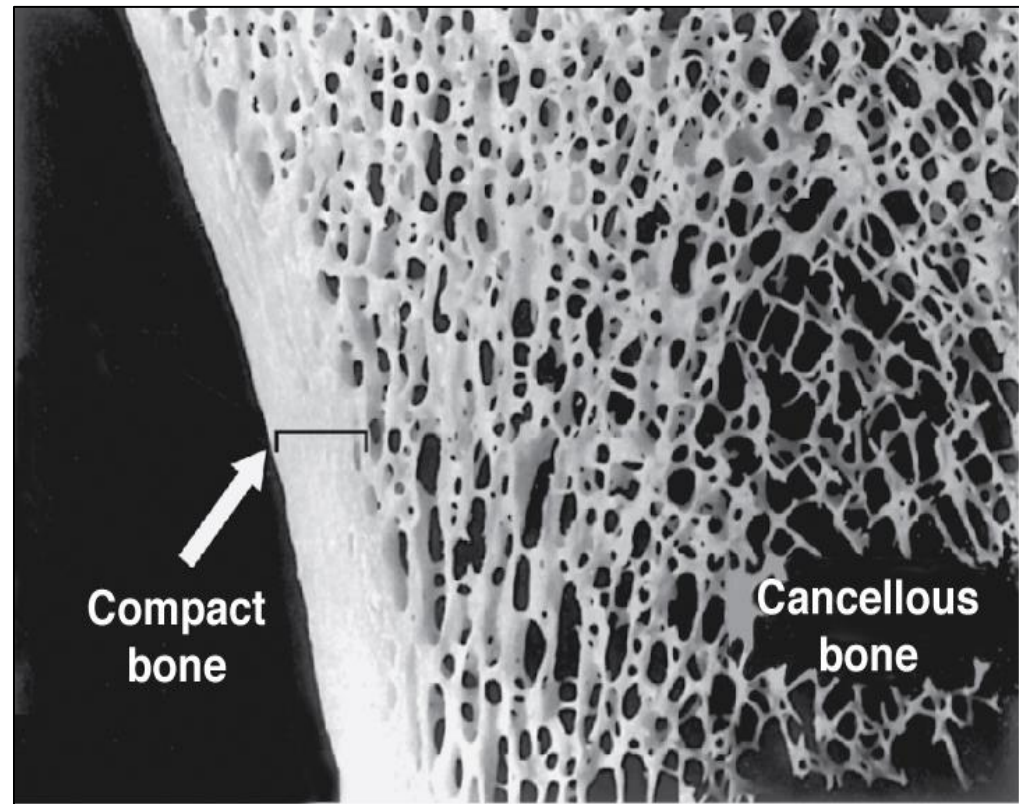


Fig.14: Compact and Cancellous bones.

According to Shape:

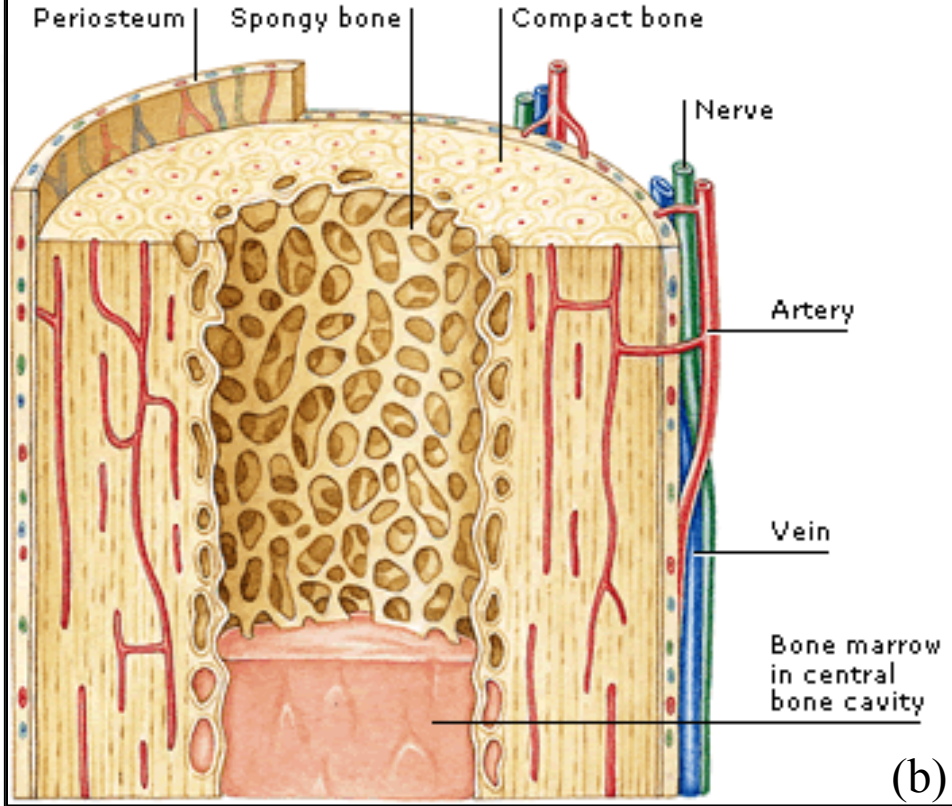
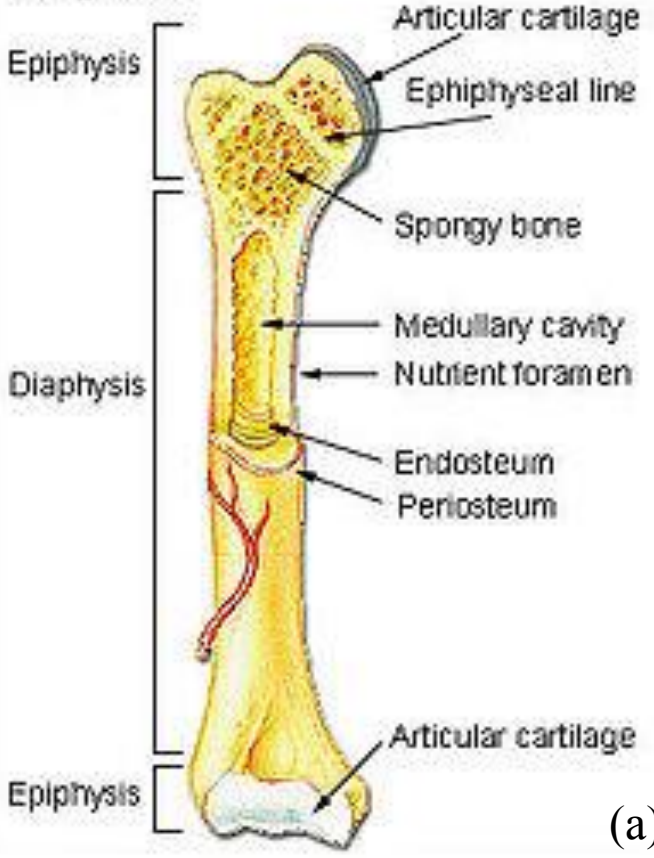
- △ **Long Bones** have a tubular shaft, the diaphysis, and an expanded epiphysis at each end. The shaft has a central cavity for the bone marrow (called marrow or medullary cavity). The shaft is mostly composed of compact bone with a thin layer of spongy bone surrounding the cavity. The epiphyses are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

ال diaphysis وال epiphysis فيهم النوعين compact و spongy, بس الفرق بال thickness

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

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

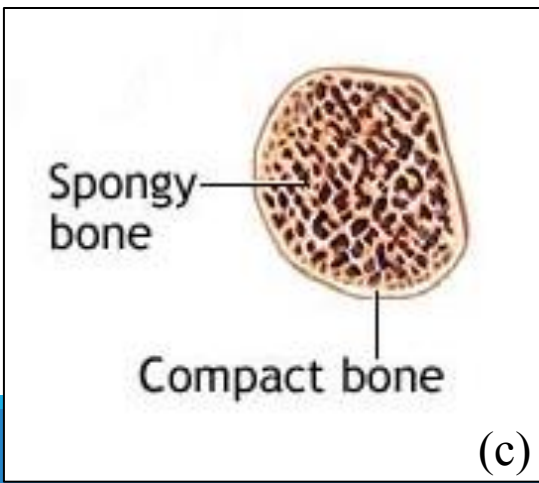
Long Bone



(a)

(b)

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.



(c)

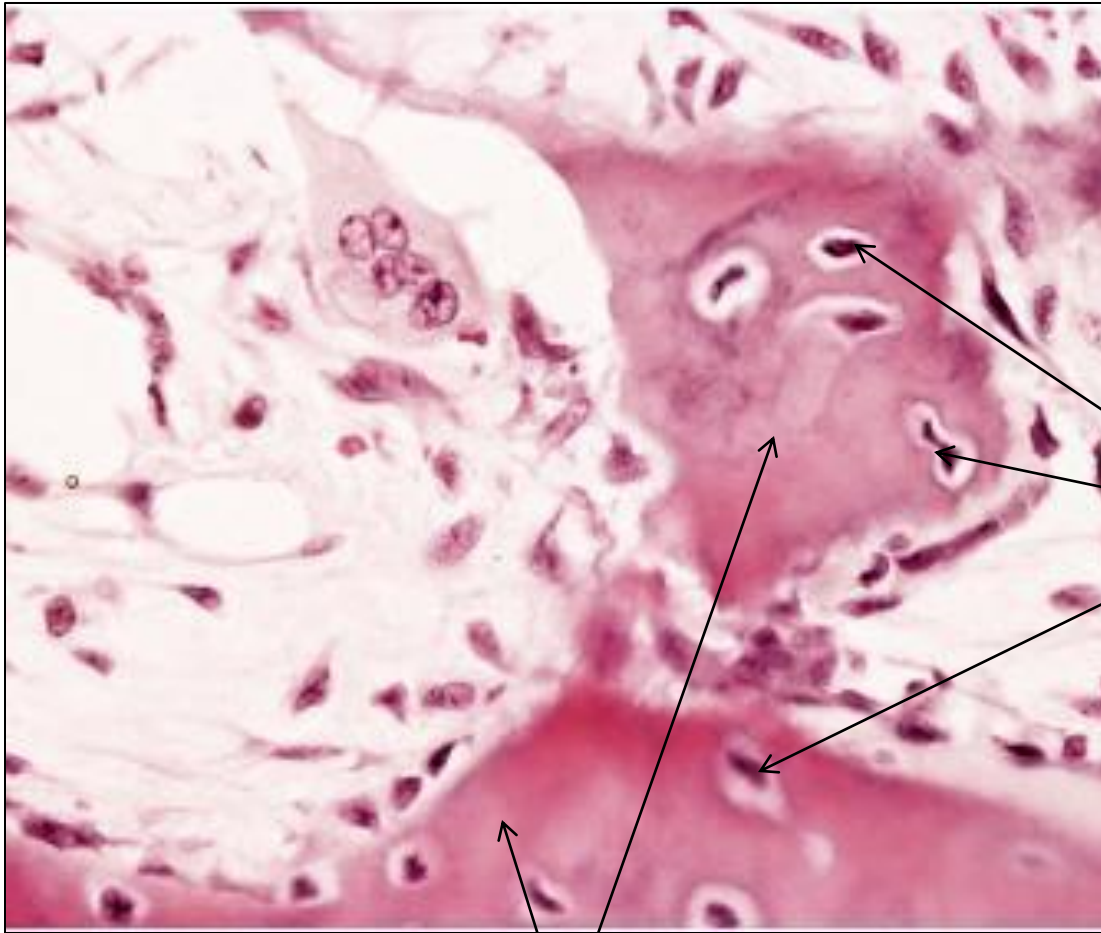


(d)

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.
↳ لأنه فيها osteoblasts أقل ف هاض يعني إنه كمية الCa والمعادن قليلة
- 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.



Osteocytes

Primary Bone

Fig.16: Primary bone.

2) Secondary (Lamellar) Bone:

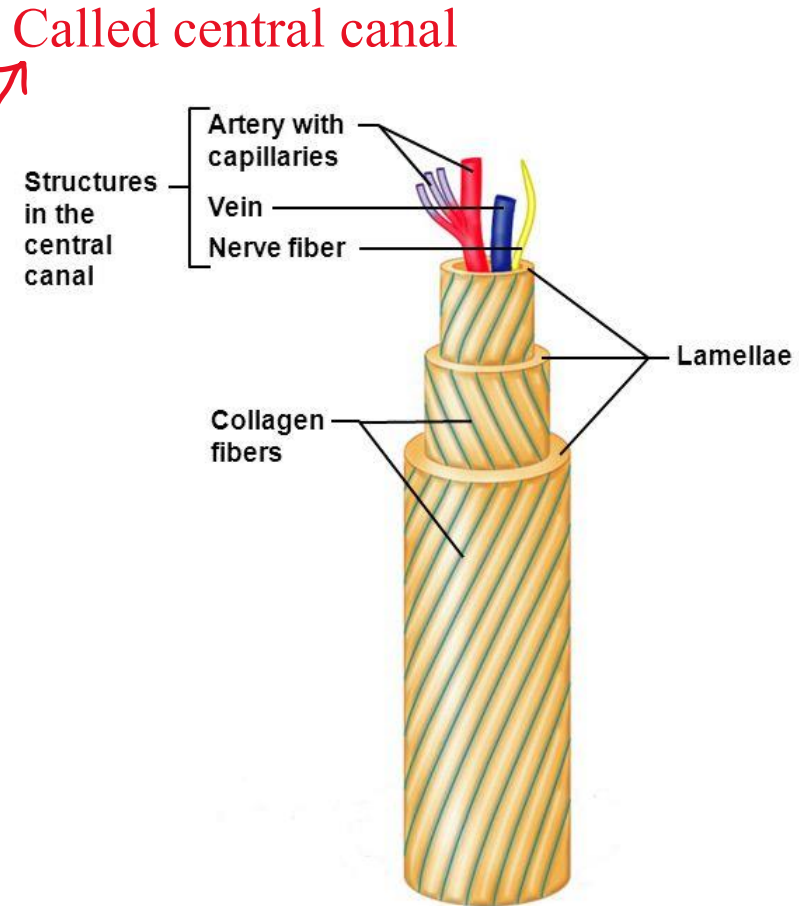
- Characterized by the arrangement of the matrix into multiple layers called *Lamellae*. The osteocytes are located inside lacunae found between the lamellae.

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*)

↪ 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*.



- **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

Fig.17: An osteon.

-
- 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 ال resorption ما بتصير فجأة وبختفي ال osteon بلحظة.. بتصير بالتدريج عملها.. وبنج عنها بقايا ال osteon هي اللي بتمثل ال interstitial lamellae

*حاولت أوضح قد ما أقدر من الاسماء و أكبرها 😊

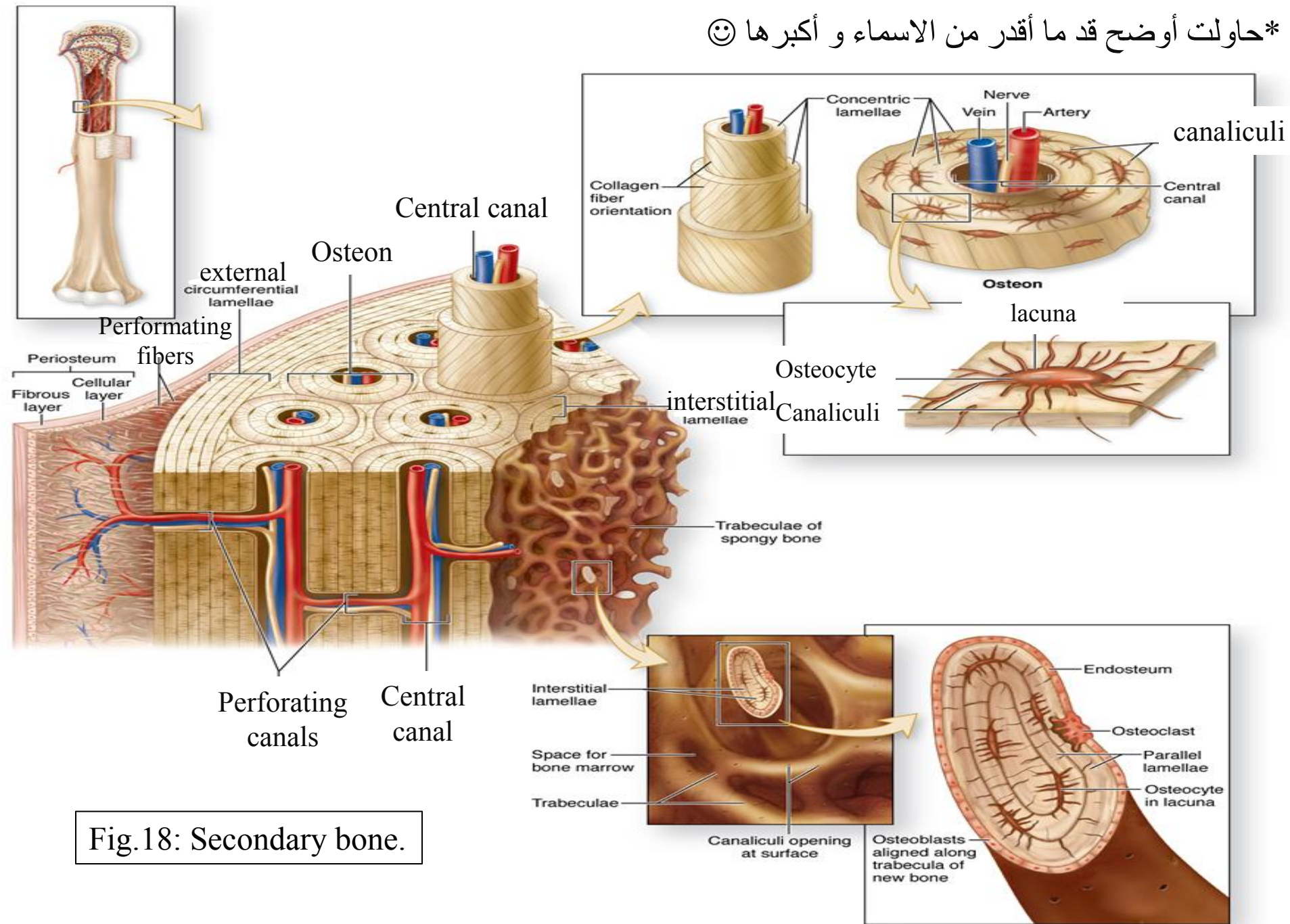
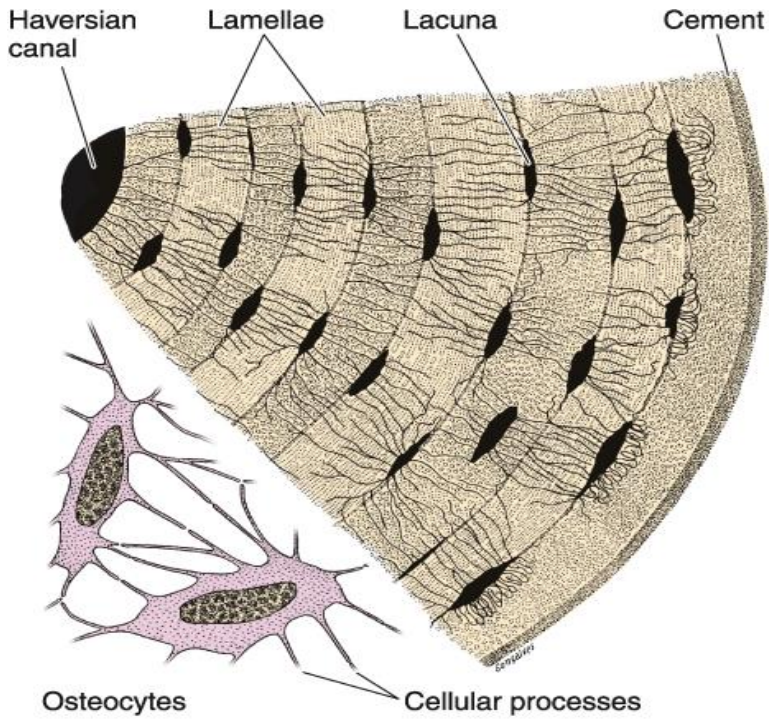


Fig.18: Secondary bone.



التغذية بتوصل للعظم عن طريق الـ vessels اللي بتمر من الـ central canal.. بس التغذية ما رح تقدر تعبر طبقات العظم وتوصل للعظم كامل.. فاللي بعمل على إيصال المواد لباقي الطبقات هي الـ lacunae والـ processes اللي طالعه منها.. وهاي الطريقة كافية لتغذية 10 طبقات في العظم

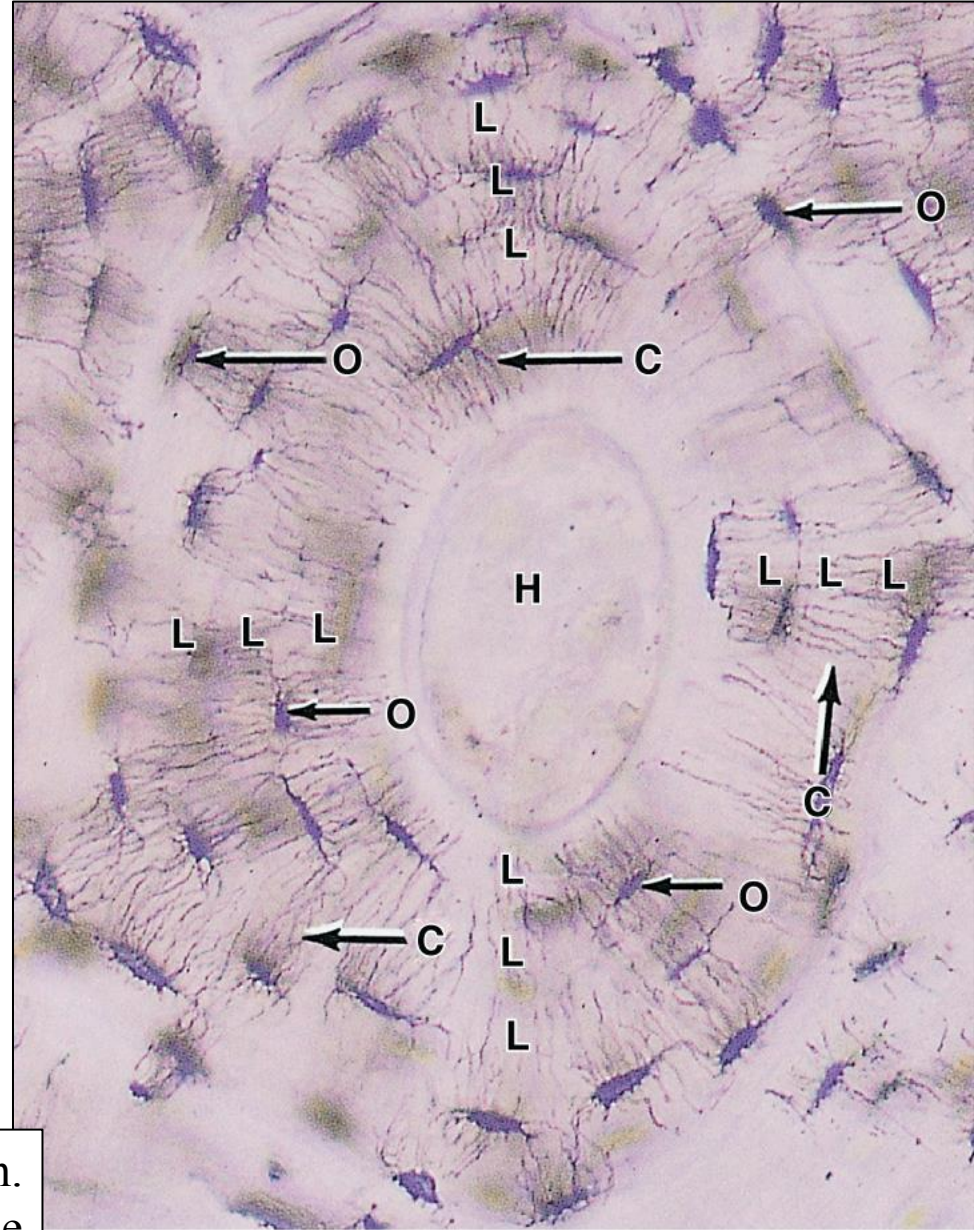


Fig.19: To the right, section through an Osteon. Note the concentric arrangement of the lamellae (L). The central canal (H) is in the center. (O) = osteocytes. (C) = Canaliculi. The image above shows part of an osteon. Note the cement line.

Ossification

□ The process by which new bone tissue is formed.

□ 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, لأنها 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 ال cartilage بتحول ل bone tissue

Intramembranous Ossification: (طريقة تكوّن العظام المسطحة)

1) In **Ossification Centers**, some mesenchymal cells differentiate into osteoblasts.

بعض الـ mesenchymal cells يتميّز وتتحوّل لـ osteoblasts

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

الـ osteoblasts يتبلّش لتشكّل bone matrix , بس ببداية تكوينه يكون osteoid (unmineralized bone)
وبعدين بصير له calcification (matrix

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 الـ centers يكون في
cavities اللي بلاقي فيها mesenchymal cells

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

ولاحقا الـ cavities المختلفة بتتحد مع بعض والـ ossification centers برضه بتتحد, ويتكون 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 will then be converted into secondary.
- 8) The remaining non-calcified mesenchymal tissue will form the periosteum and endosteum.

داخل الcavities ..ال mesenchymal cells رح يكون الها مصيرين..

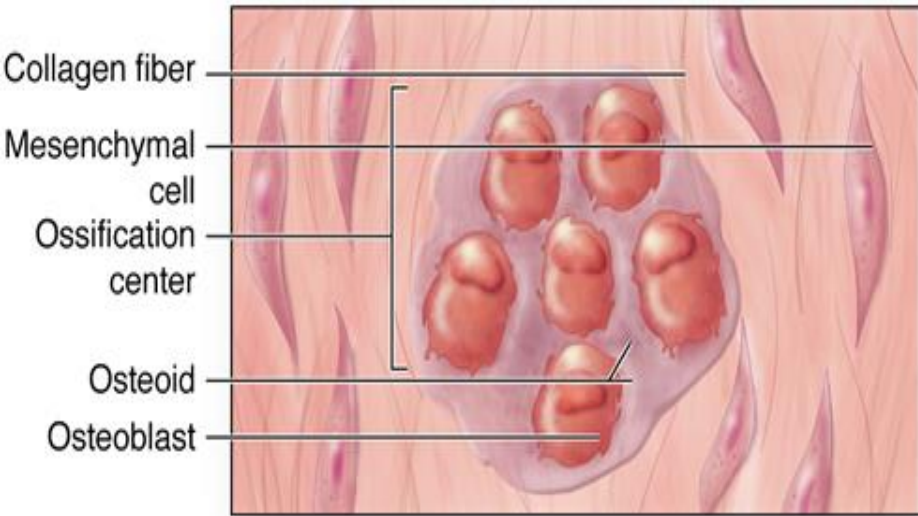
الأول : forming blood elements forming cells (يعني بتكوّن الblood)

الثاني : والباقي بشكل الendosteum اللي بيطن الخلايا , أو بشكل الperiosteum وبغطي العظم من برا..

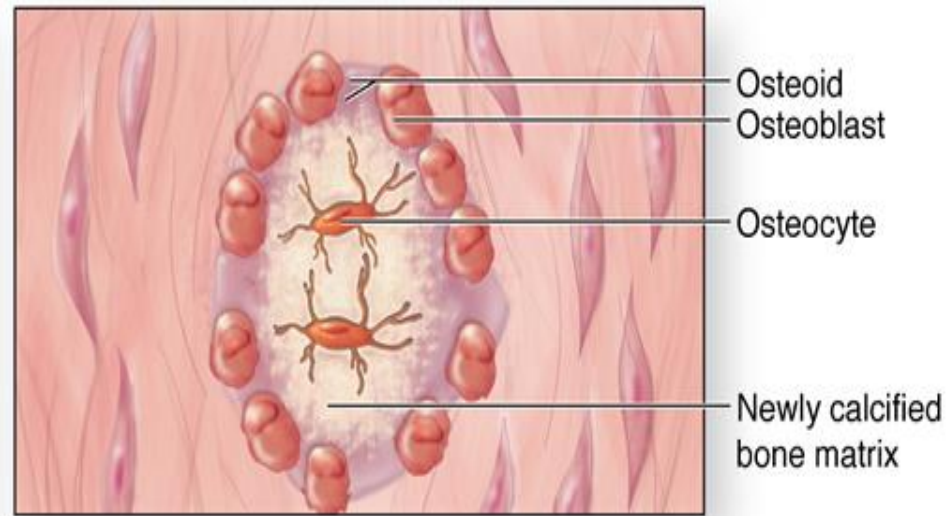
وبالإضافة لتكوّن الspongy bone رح يتكوّن عندي طبقه رقيقة من الcompact bone برضه حول الspongy..

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

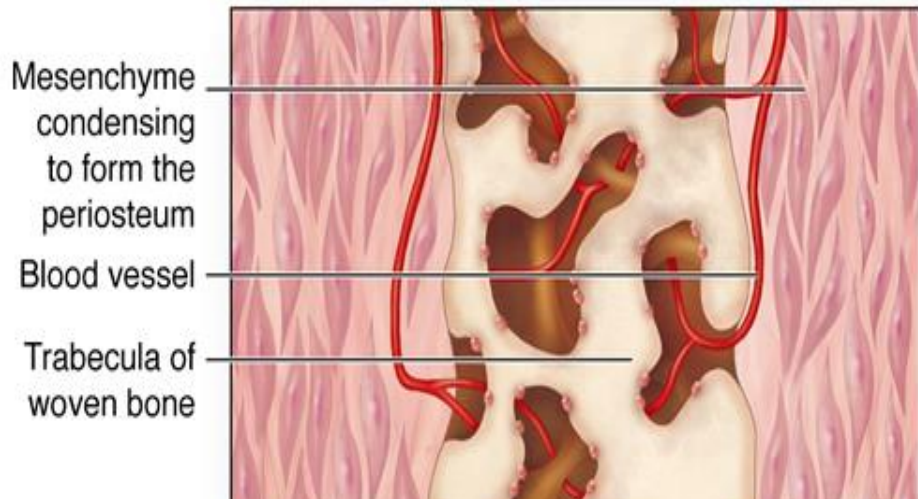
(a) Ossification centers form within thickened regions of mesenchyme.



(b) Osteoid undergoes calcification.



(c) Woven bone and surrounding periosteum form.



(d) Lamellar bone replaces woven bone, as compact and spongy bone form.

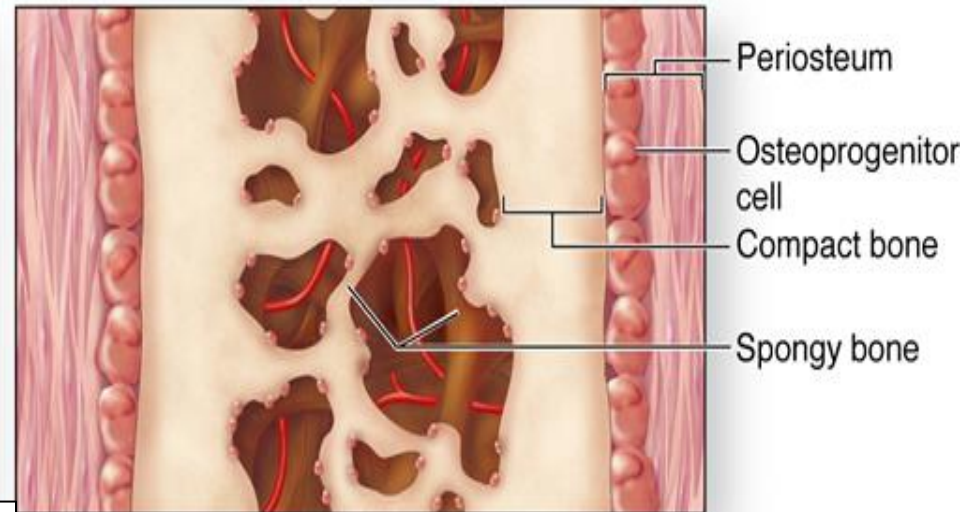


Fig.20: Intramembranous ossification.

Endochondral Ossification:

- 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 لل nutrients**
- 3) Chondrocytes will produce alkaline phosphatase and they will hypertrophy, enlarging their lacunae and compressing the cartilage matrix between them. **حجمها يكبر.. فال lacunae بتكبر وال matrix بينها بنضغط**
- 4) The compressed matrix will be calcified and **the chondrocytes will die forming a porous structure.** **صح بصير لها calcification بس لسا ما بقدر أسميها bones لأنها لسا ما بتحتوي على الشرط الثاني لل bones (ال cells)**
- 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 ال nutrients تعبر من برا العظم لجوا بتعمل ال osteoclasts على حفر أنفاق في العظم بتمر خلالها ال vessels**

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

وهي العملية كلها يتمثل ال primary ossification

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

- In the epiphysis, the cartilage remains in two areas:
- The Articular Cartilage. This persists throughout life.
 - The Epiphyseal Plate, which disappears during adulthood.

بصيرله ossification مع العمر

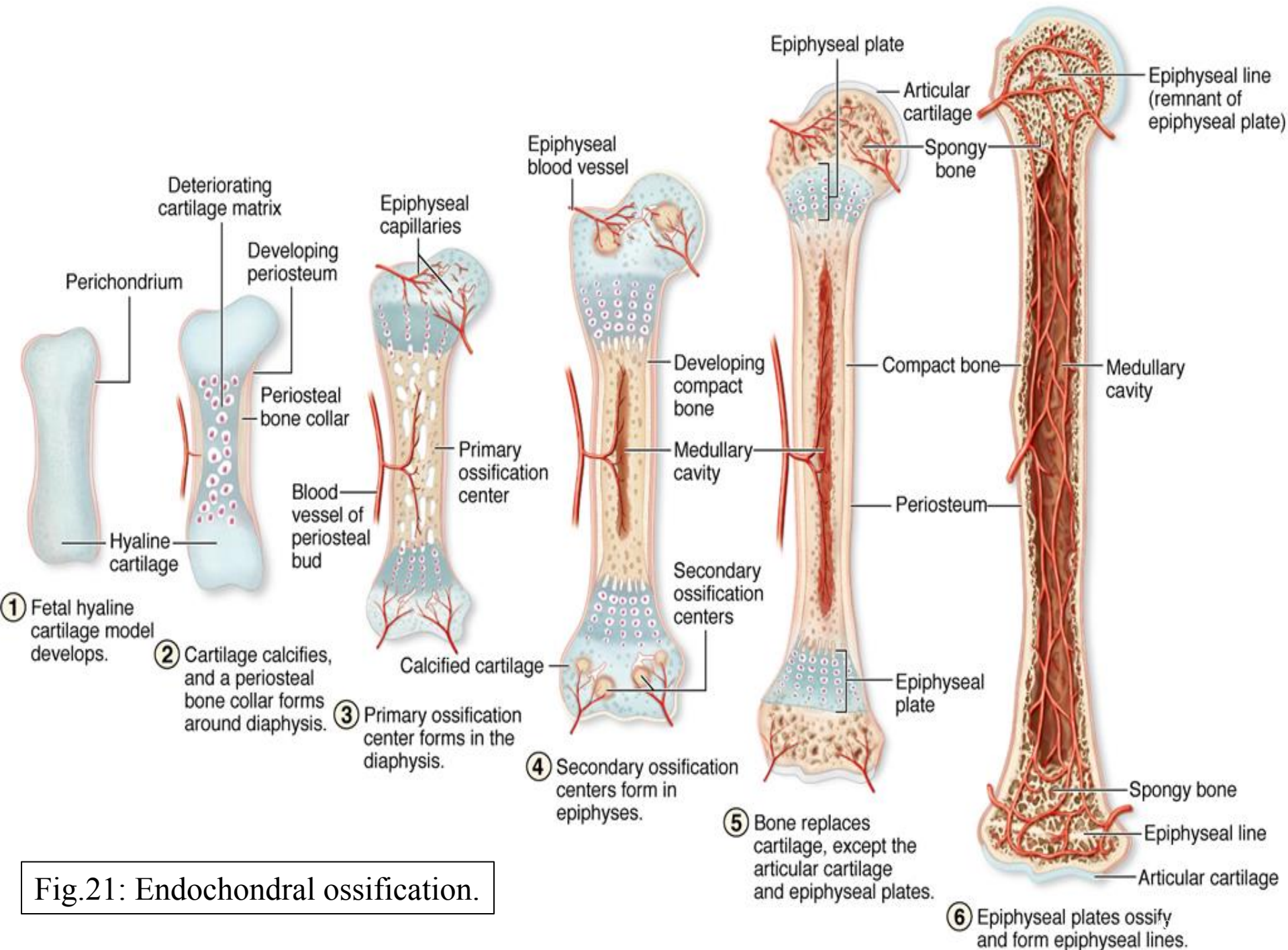


Fig.21: Endochondral ossification.

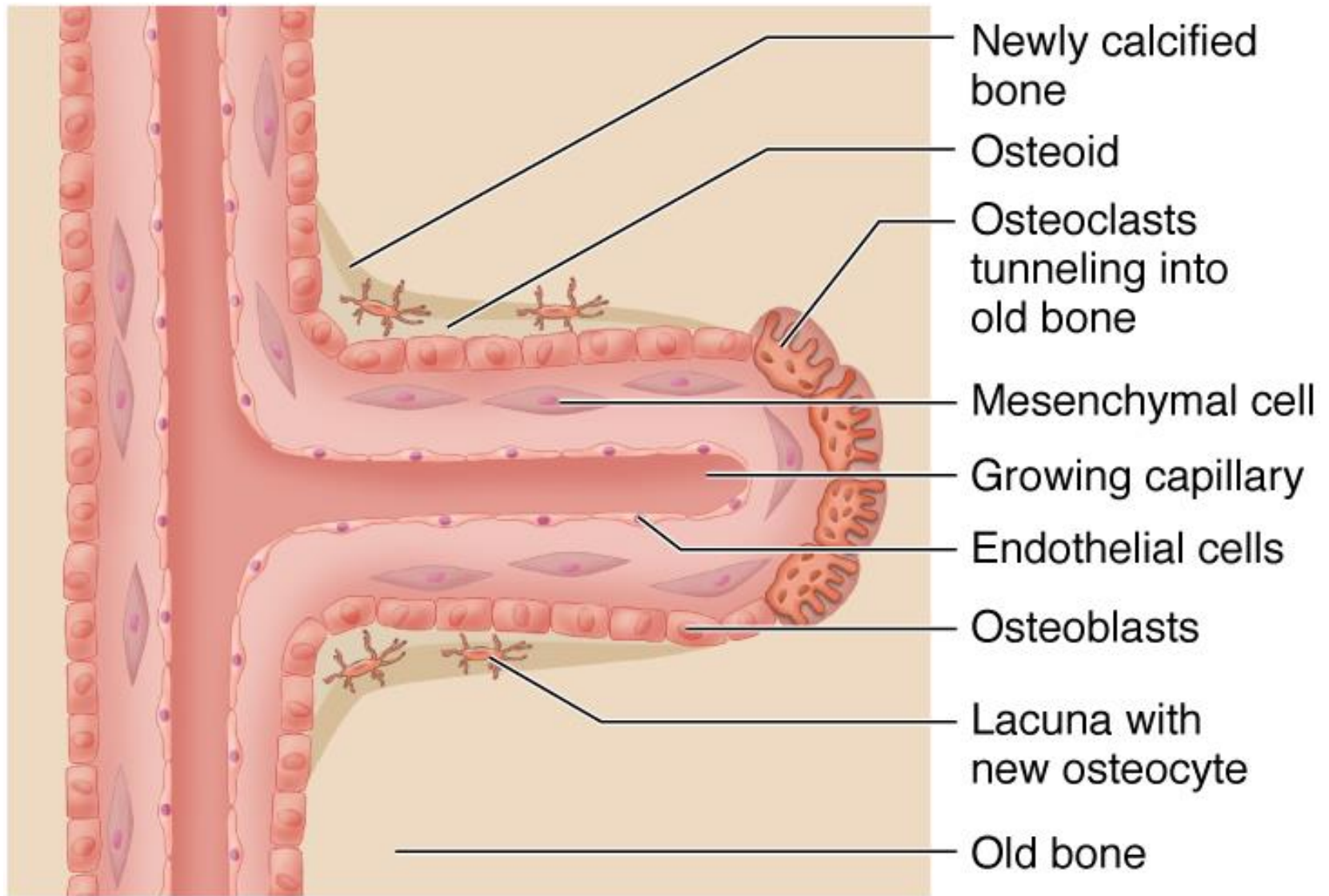


Fig.22: Formation of bone.



Cartilage

Dr. Mustafa Saad

(2022)

part 3

تفريغ : محمد العمري

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 بـ closed انه الـ epiphyseal plate فقد القدرة على زيادة طول العظم.. مش انه في اشئ تسكر بشكل حرفي.. والعمر اللي بصير فيه closure لكل عظمة معروف ومحدد, وآخر عظمة بسكر الـ epiphysis هي الـ clavicle تقريبا بعمر الـ 23-25.. ويستخدم هاض الموضوع بالتحقق من العمر الحقيقي لبعض الأشخاص اللي ممكن يكونوا بزيفوا هويتاهم, أو لدراسة الجثث ومعرفة أعمار المومياوات عند موتها..

- الـ periosteum بتبلش تكوّن osteoblasts و osteoprogenitor cells 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:

- 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.
التتراسيكلين يعتبر antibiotic معروف جدا لكثير أنواع من البكتيريا.. ولكنه كمان مادة مشعة (fluorescence substance) بترتبط بالCa بالعظم الجديد, و زي ما أخذنا زمان ببداية الفصل (introduction – slide 13) فهي بتخلي العظم يشع بلون أخضر, فصاروا العلماء يستخدموها عشان يراقبوا نمو العظم ويعرفوا اذا في أي خلل أو مرض بنموه
- 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 بدى أشوف نمو العظم عند مريض يقوم بإعطائه الـ tetracycline 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 يؤدي لاختلاطه بالأسنان الدائمة, وبمجرد نموها وتعرضها لأشعة الشمس (UV) بصيرلها brownish discoloration



- وبما إنه مادة مشعة وبتربط بال newly formed bone فإعطاؤه لطفل أسنانه لسا قاعده بتطلع أو ببدل بأسنانه خطأ كبير لأنه رح يؤدي لتواجد ال tetracycline في الأسنان , و رح تؤدي ل permanent discoloration فيهم.. ويمكن برضه تنتقل للجنين إذا تم إعطاؤه للمرأة الحامل, أو للرضع 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 لل UV 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 لل epiphysis

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.

- ال chondrocytes بتكبر بالحجم..
بالتالي ال lacuna بتكبر.. فال matrix اللي
بينهم رح تنضغط وتقل

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

(هون ببلش يظهر الكالسيوم) Zone of deposition of Ca

الأقرب لل diaphysis

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 التي بتصير بال epiphysial plate من zone 1 to 5 مشابهة للعملية التي بتصير بال endochondral ossification

لاحظ المظهر العمودي
لل chondrocytes

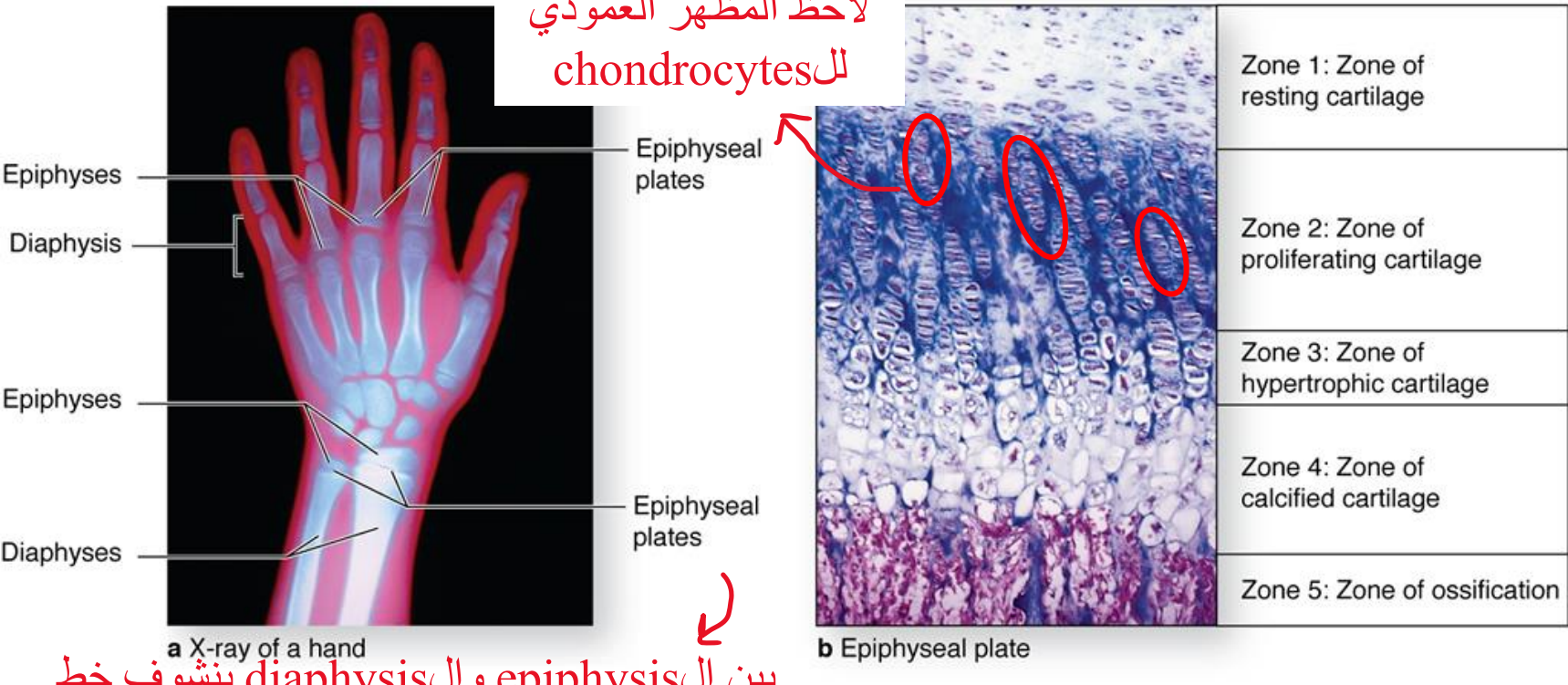


Fig.24: The epiphyseal plate

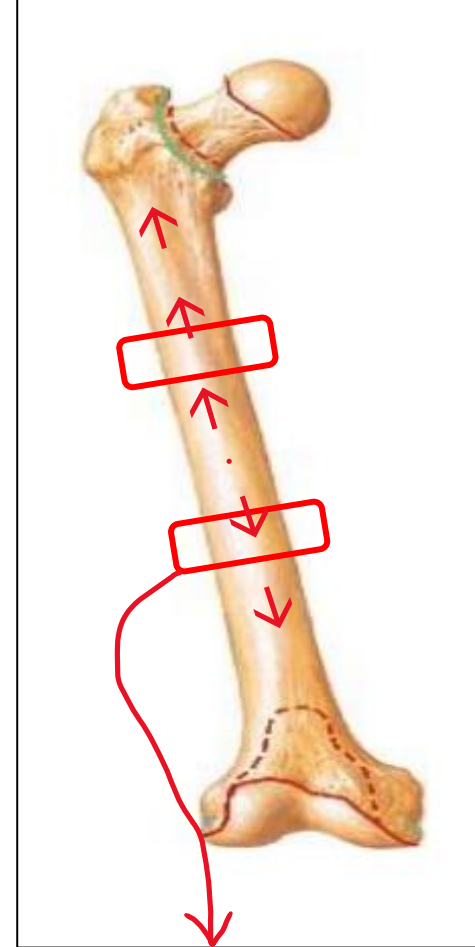
بين ال epiphysis وال diaphysis بنشوف خط رفيع جدا (paint line) يمثل ال epiphysial plate

وظهوره بلون باهت لأنه مكوّن من cartilage

(شرح الفقرة هاي بالاسلايد 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.

اللي عنا بالصورة هون هاي ال femur .. زي ما بنعرف ال ossification ببش من ال shaft صعودا إلى ال 2 heads .. فال epiphysial plate يكون بمنصف العظمة بالبداية (بال 5 zones تبعته) بعدين كل ما يصير ossification لطبقة بطلع ال plate شوي ل فوق .. ف حجم ال epiphysial plate بضل زي ما هو تماما ما بصغر ولا ب كبر, إنما مكانه اللي بتغير بحيث بضل يبعد عن مركز العظمة .. طب كيف حجمه ما بتغير بينما قاعد بتحول ل bone zones ؟ ال zones كلها بصير لها تحوّل للمرحلة اللي بعدها بنفس الوقت وبنفس المقدار .. يعني أول اشي بداية تكون ال bone بتكون عندي cartilage (zone 1) .. بعدين ال chondrocytes الموجودة بتبش تتكاثر وبتتحول ل zone 2, وبنفس الوقت اللي بتتحول فيه ل zone 2 يكون في cartilage جديد تكون يعوض مكانها ب zone 1 .. بعدين الخلايا ب zone 2 بصير لها hypertrophy (تضخم) وبتتحول ل zone 3, وبنفس وقت تحولها يكون zone 1 بتحول ل zone 2, ويكون في new cartilage بتكون .. بعدين ال chondrocytes بتبش تموت وبتتحول ل zone 3 ل zone 4 .. وبنفس الوقت نفس العملية بتصير بباقي ال zones اللي قبل وصولا بالنهاية ل zone 5 مع استمرار حدوث هاي العملية بال zones اللي قبل محافظا على حجمه .. بس لما نوصل بالنهاية لمرحلة ال closure .. بحيث zone 1 بتحول ل zone 2 بس بدون وجود new cartilage يعوض مكانه ب zone 1, بعدين zone 2 بتحول ل zone 3 و zone 3 بتحول ل zone 4 ثم ل zone 5 دون وجود تعويض أو تكوين لل zones 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 ال synovial joints)

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

- Has 2 types of cells :

ECM خلايا للتنظيف وأخرى لتكوين ال

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 ال joints المستمرة ينتج عنها تكسّر لل structures بال joint و ينتشر 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 ال ECM وال synovial fluid

Thank You

دعواتكم 

اللهم إني أستودعك ما درست وقرأت وحفظت
وفهمت.. فرُدّه لي عند حاجتي إليه

**Do not despise a snake for
having no horns; for it may
one day become a dragon.**