

الأنسجة الضامة الهيكلية Skeletal C. T.

في هذا النوع تكون المادة البينية صلبة كما في العظم أو شبه صلبة كما في الغضروف

أ- الأنسجة الغضروفية

- تتكون كبقية الأنسجة الضامة من خلايا وألياف ومادة بينية.
- مادتها البينية (لينة) أو شبه صلبة تتكون من المواد عديدة السكريات الحامضية (كبريتات الغضروفين chondroitin sulphate) والتي تحتوي على تجايف توجد بها الخلايا الغضروفية .
- تحتوي على الألياف البيضاء أو الصفراء حسب نوع ومكان وجود الغضروف.
- النسيج الغضروفي قوي غير مطاط ويتحمل الأثقال الكبيرة ، له مظهر بلاستيكي قابل للثني .
- يكون الهيكل الداخلي لبعض الحيوانات الفقارية الدنيا وبعض الأسماك الغضروفية والهيكل الجنيني في الفقاريات .
- توجد الغضاريف على سطح بعض العظام كما في المفاصل ليسهل حركة المفصل .
- لا يحتوي الغضروف على أعصاب أو أوعية دموية أو أوعية لمفية ويستقبل الإمداد الغذائي من الشعيرات الدموية الموجودة في الطبقة الليلية لغلاف الغضروف بالانتشار خلال المادة البينية.

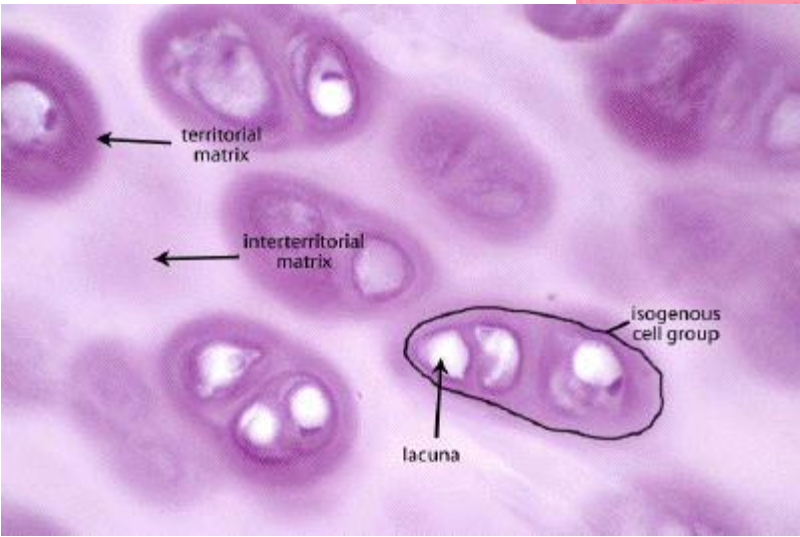
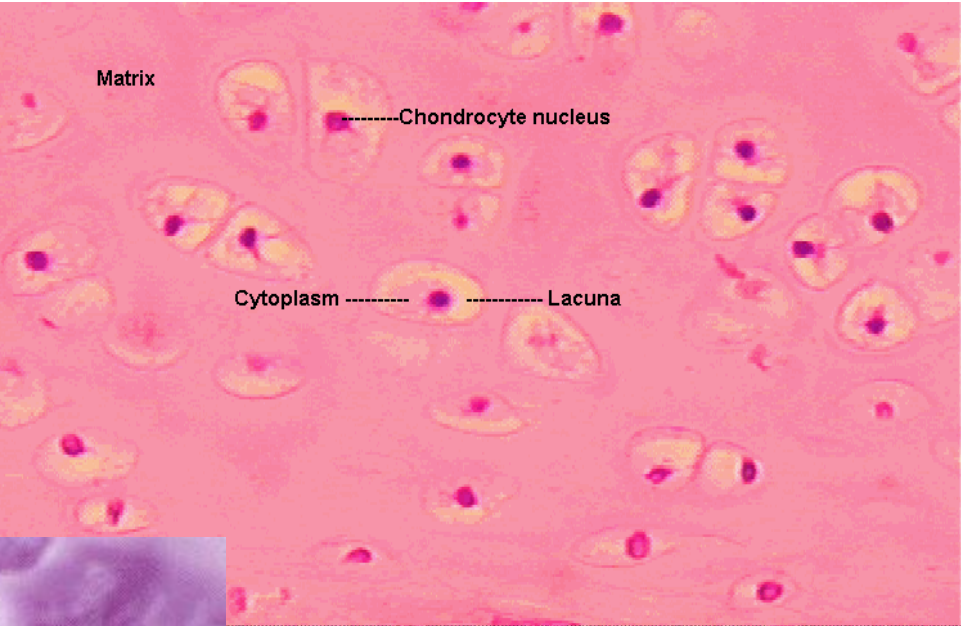
تركيب الغضروف:

١- الخلايا الغضروفية : Chondrocytes

- توجد الخلايا الغضروفية داخل فجوات Lacunae في المادة البينية تحاط بمناطق متميزة تسمى بالمحافظ Capsules .

- يختلف عدد الخلايا في كل تجويف فتلك الواقعة عند حافة الغضروف تكون ببيضاوية وتحتوي على خلية واحدة وتصبح الفجوات داخل الغضروف أكثر اتساعا وتحتوي على عدد أكبر من الخلايا يصل إلى ثمانية نتيجة انقسام الخلايا وبقائها داخل الفجوات لتكون الأعشاش الخلوية cell nests .

- تقوم الخلية الغضروفية بتصنيع جميع مكونات الغضروف (الألياف والمادة البينية) ومع مرور الزمن تهرم ويقل نشاطها وتترسب فيها كميات من الدهون والجليكوجين .



٢- المادة البينية : Matrix

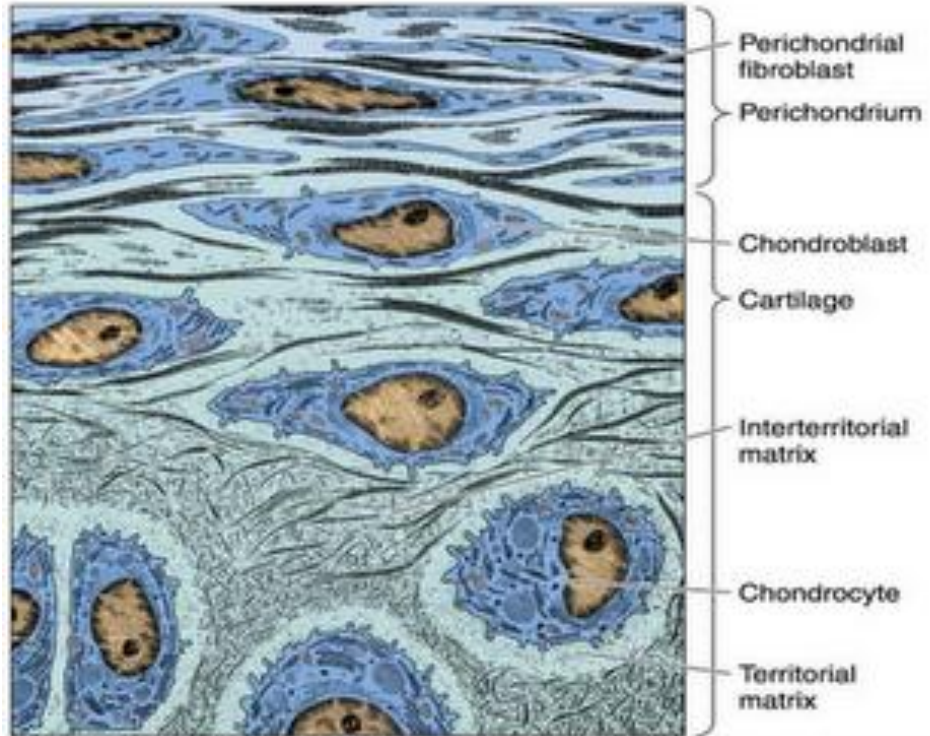
- تتكون من كبريتات الغضروفين الحامضية لذا فهي قاعدية الاصطباغ في الغضروف حديث التكوين .
- بمرور الزمن تكثر الألياف البروتينية حامضية الاصطباغ وقد تترسب فيه أملاح الكالسيوم فيتكلس ويصبح هشاً.

٣- غلاف الغضروف : Perichondrium

- هو عبارة عن طبقة من النسيج الليفي تغلف النسيج الغضروفي .
- يحتوي على الأوعية الدموية التي تغذي الغضروف وعلى أنواع من الخلايا أهمها :
أ- الخلايا الميزودرمية غير المتميزة UMC. وهي التي تكون الغضروف و أمهات الخلايا الغضروفية .

ب- أمهات الخلايا الغضروفية : Chondroblasts

توجد على سطح الغضروف أسفل غلاف الغضروف وهي خلايا مفلطحة لها سيتوبلازم قاعدي الاصطباغ وتتحول إلى الخلايا الغضروفية عند تكوين الطبقات الخارجية من النسيج الغضروفي أثناء ازدياد سمكه.



نمو الغضروف

١- الطريقة الخلالية :

عن طريق نشاط الخلايا الغضروفية حيث يتسع النسيج من الداخل.

٢- الطريقة التراكمية :

نتيجة نشاط أمهات الخلايا الغضروفية الموجودة على حافة النسيج مضيضة بذلك طبقات غضروفية جديدة من الخارج وبمجرد أن تحاط بالمادة البينية من جميع الجهات تصبح خلايا غضروفية .

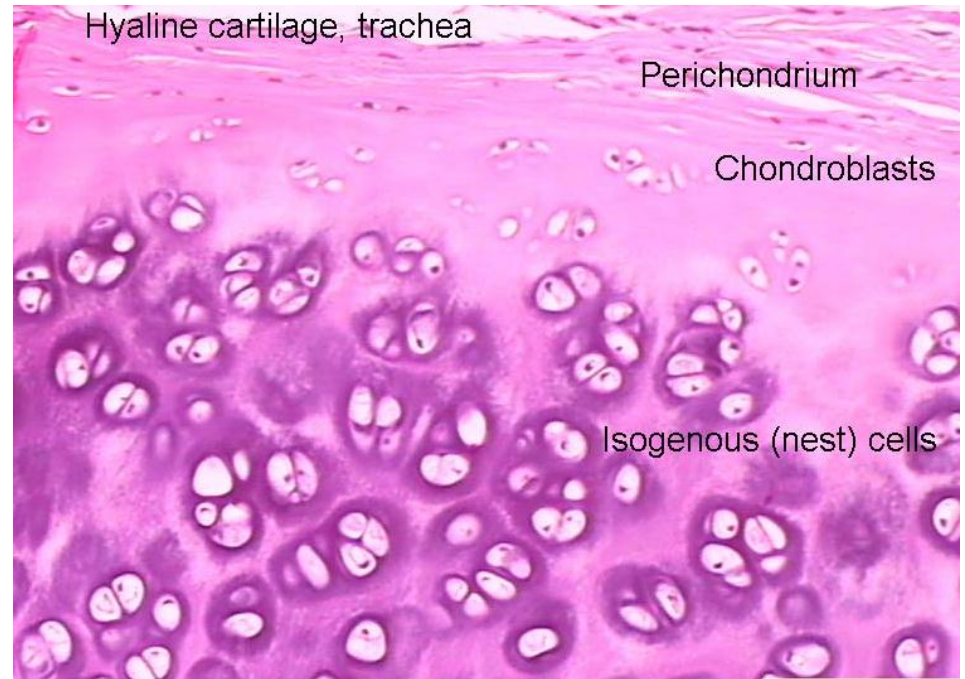
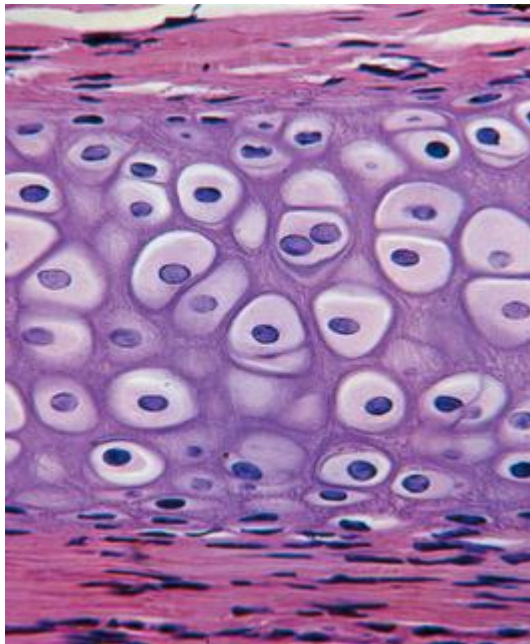
يكون نمو الغضروف محدودا وذلك لعدم وجود أوعية دموية بداخله فإذا اتسع أكثر من اللازم فإن المنطقة المركزية فيه تتكلس وتختفي .

أنواع الأنسجة الغضروفية

تقسم حسب طبيعة الألياف الموجودة بها إلى ثلاثة أنواع هي :

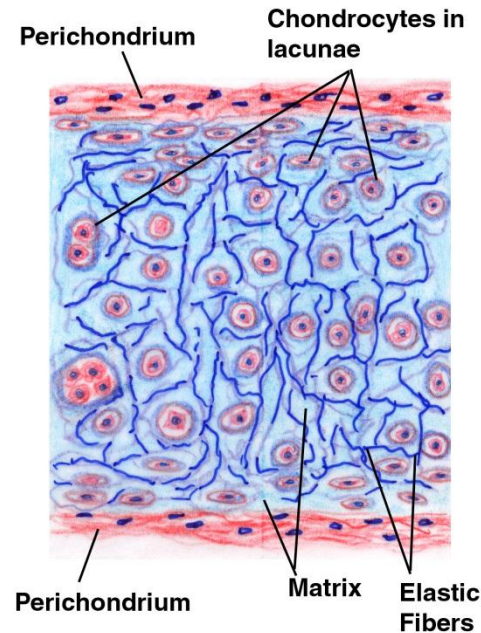
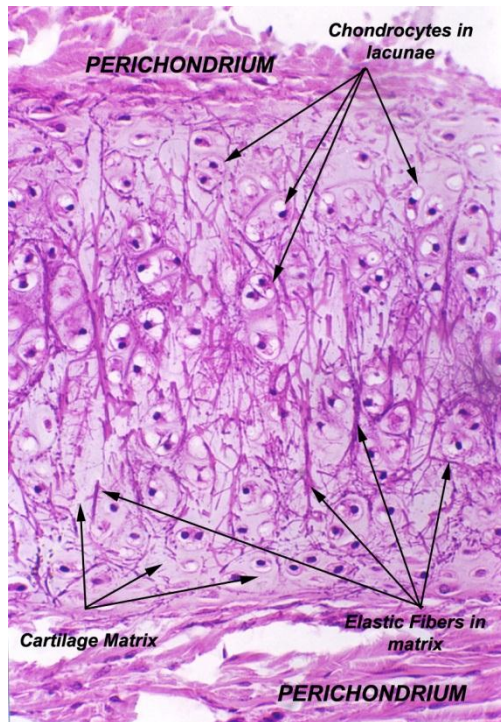
١- الغضروف الزجاجي : Hyaline cartilage

- يتكون من خلايا غضروفية ومادة بينية وغللاف من النسيج الضام (غلاف الغضروف).
- أرضيته شبه شفافة تحتوي على ألياف بيضاء قصيرة معامل انكسارها مماثل لمعامل انكسار المادة البينية لذلك لا تظهر بوضوح بالمجهر الضوئي.
- يوجد هذا النوع في حلقات القصبة الهوائية والشعب الرئوية وفي نهاية العظام الطويلة داخل المفاصل ويكون غضاريف الضلوع والهيكل الجنيني.



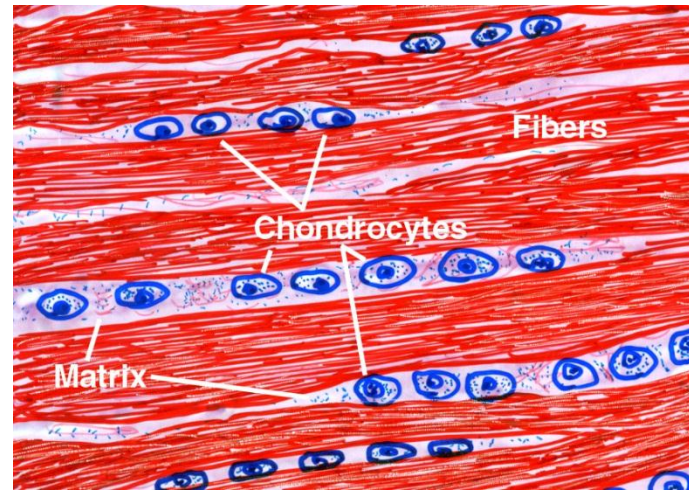
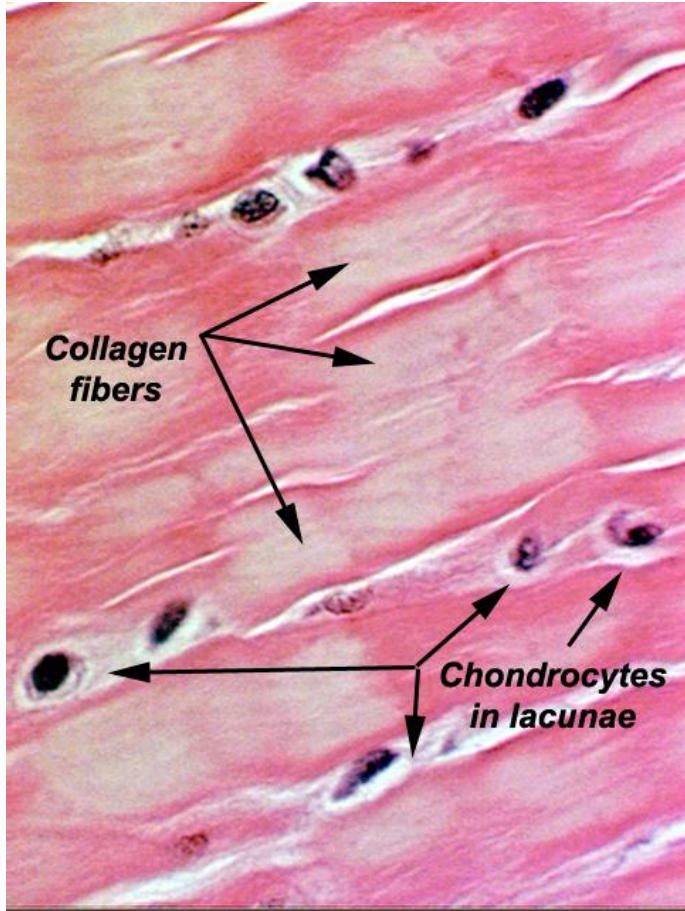
٢- الغضروف المرن : Elastic cartilage

- يحاط بطبقة ليفية (غلاف الغضروف).
- تحتوي المادة البينية على كمية وفيرة من الألياف الصفراء (المرنة).
- يوجد في صيوان الأذن وبعض غضاريف الحنجرة.



٣- الغضروف الليفي : Fibro cartilage

- لا يحتوي على غلاف الغضروف.
- يشبه في تركيبه الأوتار حيث يتكون من حزم من الألياف البيضاء تحصر بينها مسافات مغزلية الشكل من المادة البينية الغضروفية التي تحتوي على فجوات وخلايا غضروفية .
- تكون الحزم الليفية حمضية الاصطباغ بينما المادة البينية الغضروفية قاعدية الاصطباغ.
- توجد في الأقراص بين الفقرات وفي الارتفاق العاني وفي نهاية بعض أوتار العضلات عند التحامها بالعظام.



ب- الأنسجة العظمية Bone tissues

يتشابه النسيج العظمي مع النسيج الغضروفي فيما يأتي :

- ١- يتكون من عدد قليل من الخلايا وكمية كبيرة من المادة الخلالية الصلبة .
- ٢- توجد خلاياه داخل فجوات lacunae .
- ٣- يحاط من الخارج بغلاف من النسيج الضام الليفي يسمى الغلاف العظمي periosteum .
- ٤- يزداد سماكا من الخارج بالطريقة التراكمية .

يختلف النسيج العظمي عن النسيج الغضروفي في بعض الصفات التالية :

١- لا يمكنه النمو بالطريقة البينية (الخالية) لتحجر خلاياه.

٢- تتخلله الأوعية الدموية.

٣- تحتوي أرضيته على أملاح الكالسيوم + كبريتات الغضروفين + بروتين الألياف.

٤- تتشابك خلاياه عن طريق تفرعاتها السيتوبلازمية التي توجد داخل قنيات .

٥- لا تنقسم خلايا العظم لذلك لا يمكنه النمو البيني .

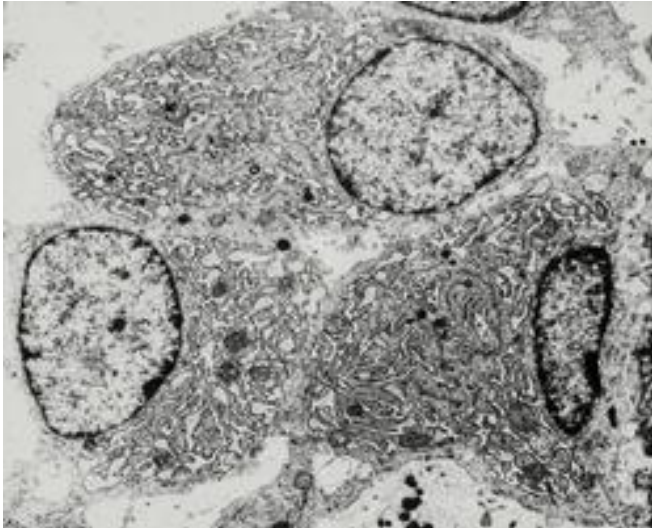
٦- توجد طبقة ليفية تفصل بين النسيج العظمي والنخاع العظمي تسمى بطانة العظم .
endosteum .

٧- يحتوي العظم على نخاع العظم الأحمر والأصفر .

أنواع خلايا النسيج العظمي :

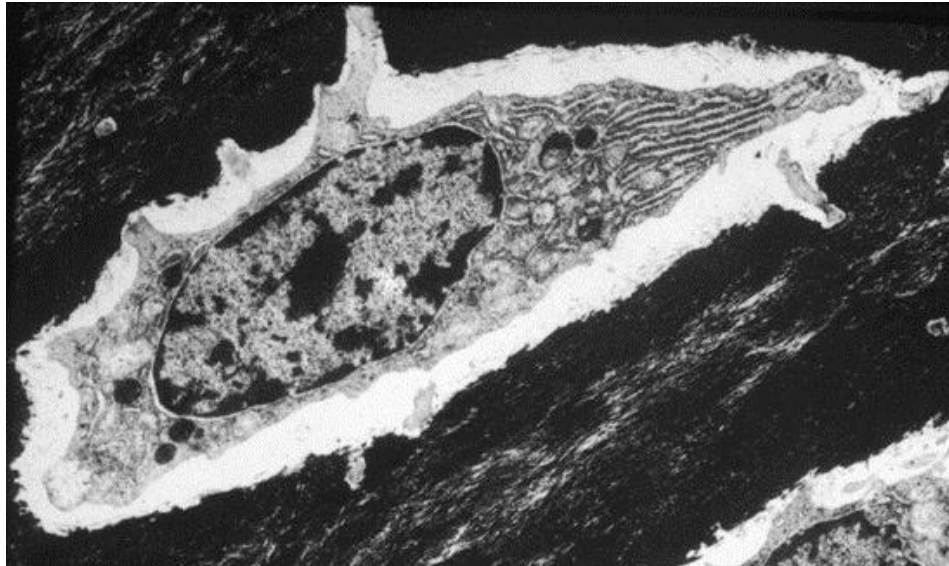
١- الخلايا المكونة للعظم (أمهات الخلايا العظمية) : Osteoblasts

- توجد في بطانة العظم وفي الطبقة الداخلية من غلافه .
- خلايا بيضاوية الشكل لها تفرعات سيتوبلازمية قليلة وتتراص على حافة العظم من الداخل والخارج.
- لها نواة جانبية يقع بجوارها جهاز جولجي كبير في وسطه جسم مركزي .
- السيتوبلازم قاعدي الاصطباغ لاحتوائه على كمية كبيرة من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة.
- تحتوي النواة على كروماتين حقيقي (خلية نشطة) .
- تقوم بتصنيع الألياف والمواد العضوية المكونة للأرضية كما تقوم بإفراز إنزيم الفوسفاتيز الذي يساعد على ترسيب أملاح الكالسيوم في أرضية العظم .



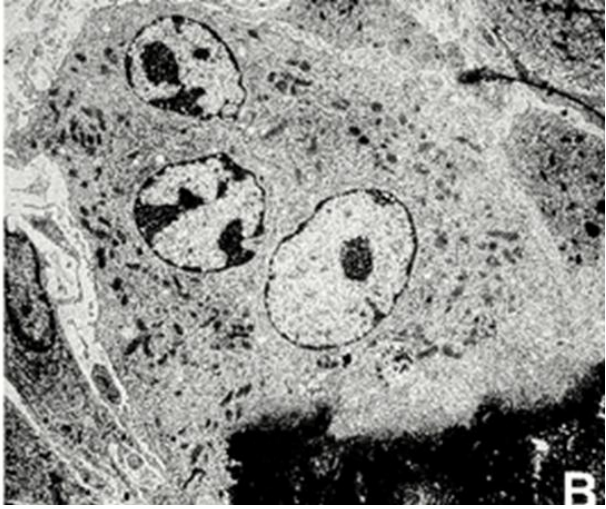
٢- خلايا العظم : Osteocytes

- تتكون نتيجة ترسيب أملاح الكالسيوم في أرضية العظم حول الخلايا المكونة للعظم فتعزلها عن الغلاف العظمي .
- لا تقوم بتصنيع أي من مكونات العظم لكنها تستمر في إفراز كميات محددة من إنزيم الفوسفاتيز الذي يحافظ على صلابة العظم .
- توجد داخل تجاويف lacunae تتصل ببعضها عن طريق قنوات دقيقة canaliculi تحتوي على التفرعات السيتوبلازمية للخلايا .
- تعتبر أقل نشاطا من سابقتها لذلك تحتوي على كميات أقل من rER وتحتوي على كميات أكثر من الدهن والنشا الحيواني .



٣- الخلايا المزيلة للعظم : Osteoclasts

- خلايا ضخمة يصل قطرها إلى ٤٠ ميكرون .
- تحتوي على عدد كبير من الأنوية .
- سيتوبلازمها قاعدي الاصطباغ ويتحول تدريجيا في الخلايا المسنة إلى حمضي الاصطباغ .
- يحتوي جانبها الذي يلي العظم على كثير من البروزات السيتوبلازمية تشبه الخميلات (فرشاتي المظهر) لتزيد من مساحة السطح .
- توجد في كهيفات على السطح الداخلي للنسيج العظمي تسمى تجاويرف « هوشب » Howship`s lacunae .
- تقوم بإفراز مجموعة من الإنزيمات التي تحلل أرضية العظم وأليافه ثم إزالتها .
- يعتقد أنها تنشأ من الخلايا المكونة للعظم بعد أن تنقسم أنويتها عدة مرات دون أن يصاحب ذلك انقسام السيتوبلازم . أو أنها تتكون من تجمعات خلايا العظم التي أزيلت من حولها أرضية النسيج العظمي .



أرضية النسيج العظمي : Matrix of bone

- تتكون من مواد عضوية (٢٥ %) وأخرى غير عضوية (٧٥ %).
- ٩٠ % من المواد العضوية توجد على هيئة كولاجين والباقي ١٠ % خليط من كبريتات الغضروفين والجليكوبروتين .
- لأن البروتينات هي الغالبة على أرضية العظم لذلك فهي حمضية الإصطباغ.
- المواد غير العضوية عبارة عن فوسفات الكالسيوم المتبلور وبعض الأملاح المعدنية الأخرى مثل أملاح الفلورايد التي تكسب العظم صلابة خاصة كما في الأسنان .

أغلفة وبطانة النسيج العظمي :

أ- غلاف العظم : Periosteum

يتكون من طبقتين من النسيج الضام :

١- الطبقة الخارجية (الليفية) :

تتكون من الألياف البيضاء المتشابكة تمتد منها حزم تنغمد في الطبقات الخارجية من العظم تسمى بألياف « شاربي » Sharpy`s fibers وتنغمد في هذه الطبقة ألياف أوتار العضلات. ويوجد بها الأوعية الدموية التي تتفرع منها أوعية قنوات فولكمان وهافرس.

٢- الطبقة الداخلية (الخلوية) :

- تتكون من نسيج ضام فجوي غني بالشعيرات الدموية والخلايا خاصة UMC وأمهات خلايا العظم والخلايا الليفية .
- تقوم هذه الطبقة بتكوين طبقات إضافية من صفائح العظم أثناء إزدیاد سمكه .

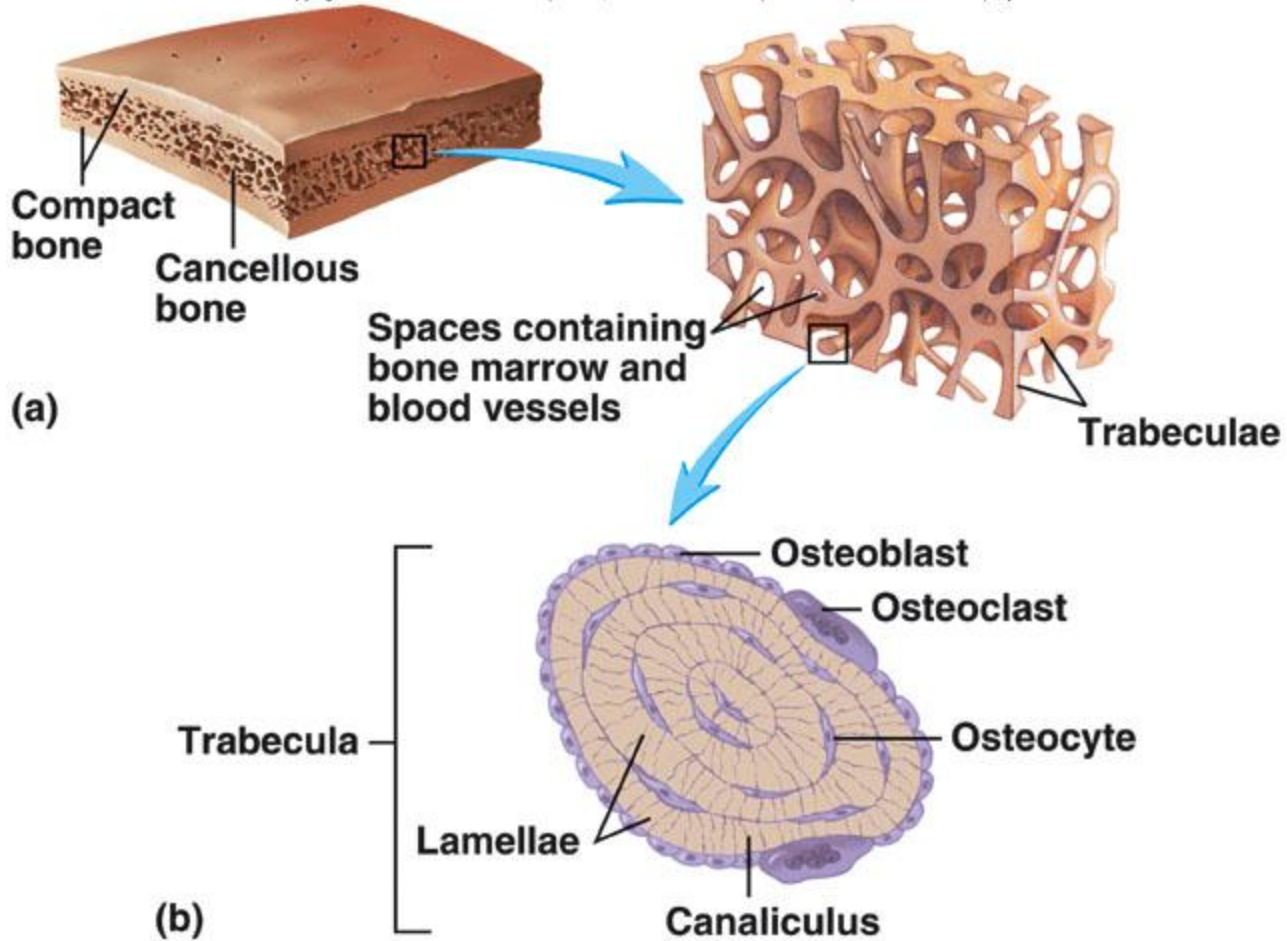
ب- بطانة العظم : Endosteum

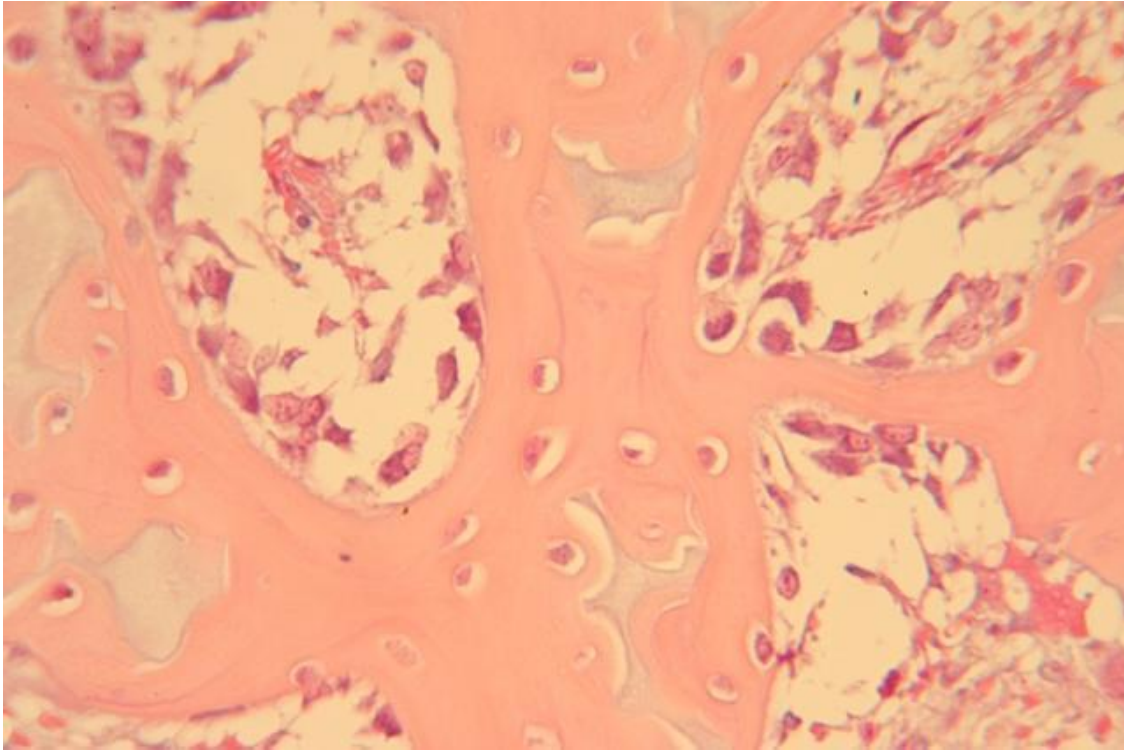
- تتكون من طبقة تشبه في تركيبها الطبقة الداخلية لغلاف العظم إلا أنها تحتوي على مزیلات العظم بالإضافة إلى باقي الخلايا المذكورة .
- تقوم مزیلات العظم بإزالة العظم من الداخل فیزداد قطر تجويف النخاع حتى يصل إلى قطره العادي .

أنواع العظام

١- العظام الإسفنجية : Spongy (cancellous) bones

- يتكون العظم الإسفنجي من شبكة من الحواجز العظمية تحوي في تجاويها نخاع العظم الأحمر وتحاط من الخارج بغلاف العظم وتبطن ببطانته التي تفصله عن النخاع ويوجد بها مزيلات العظم .
- تتكون الحواجز العظمية من صفائح من المادة البينية lamellae توجد بينها الخلايا العظمية داخل فجواتها التي تتصل ببعضها عن طريق القنوات العظمية Bone canaliculi حيث تخترق الصفائح الصلبة.
- يكون عدد الصفائح في حواجز العظم الإسفنجي قليلا لذلك فان الخلايا العظمية تحصل على غذائها من الأوعية الدموية الموجودة في نخاع العظم.
- يحدث للعظم أثناء نموه عمليات اضافة وإزالة بقدر إلى أن يصل إلى شكله النهائي مع تمام نمو الكائن .
- يوجد في الجمجمة والضلوع ورؤوس العظام الطويلة والعظام حديثة التكوين.

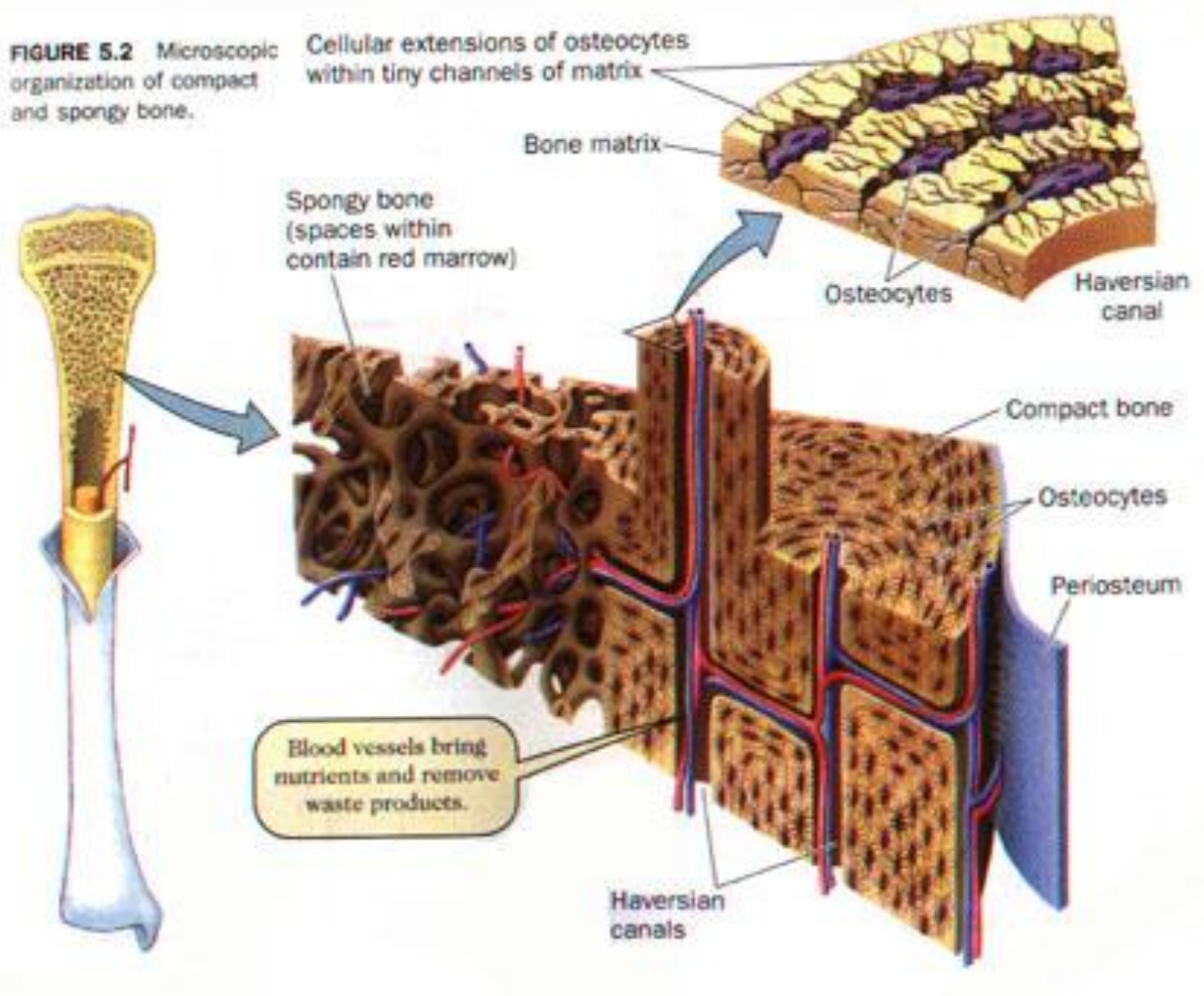


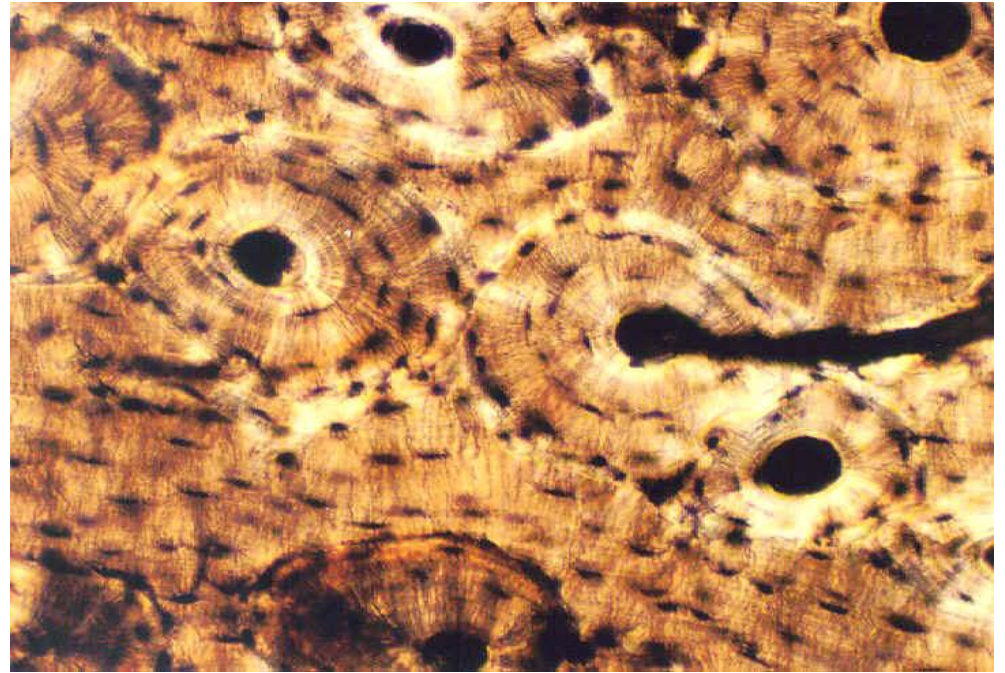
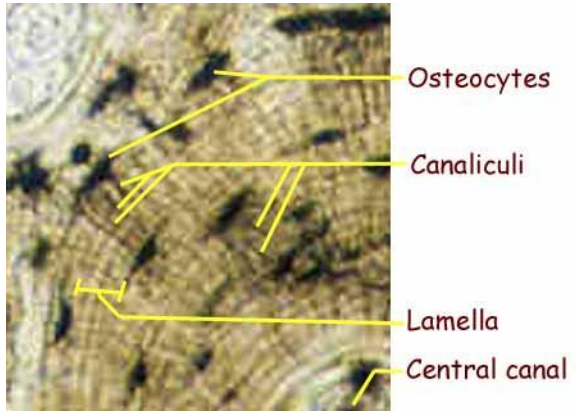


٢- العظام الكثيفة : Compact bones

- توجد في أجسام العظام الطويلة وتكون طبقة تغطي العظام الإسفنجية من الخارج.
- يوجد في العظم فجوة واحدة بها نخاع أصفر تغلب الخلايا الدهنية على مكوناته .
- يحاط العظم الكثيف بغلاف عظمي ليفي سميك ويفصله عن النخاع بطانة رقيقة .
- يتكون العظم الكثيف من اسطوانات من الصفائح العظمية المتحدة المركز يوجد في مركزها قناة تمتد بطول العظم (قناة هافرس Haversian canal) .
- توجد الفجوات وما بها من خلايا عظمية بين الصفائح وتتصل ببعضها بواسطة القنوات التي تصل في النهاية إلى قناة هافرس.
- يمكن تمييز الصفائح العظمية التي تحيط بقنوات هافرس (نظام هافرس Haversian system) من تلك الموجودة بينها وتسمى بالصفائح البينية .
- يوجد تحت الغلاف العظمي عدد من الصفائح المحيطة الخارجية كما يوجد تحت البطانة العظمية عدد من الصفائح المحيطة الداخلية .
- تحتوي قنوات هافرس على نسيج ضام شبكي به عدد قليل من الخلايا وأوعية دموية واعصاب .
- تتصل قنوات هافرس مع بعضها ومع غلاف العظم عن طريق قنوات مائلة تسمى قنوات فولكمان Volkman`s canals .

FIGURE 5.2 Microscopic organization of compact and spongy bone.

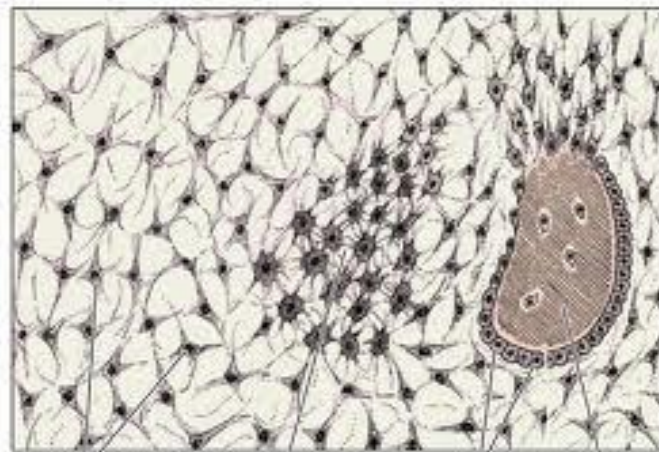




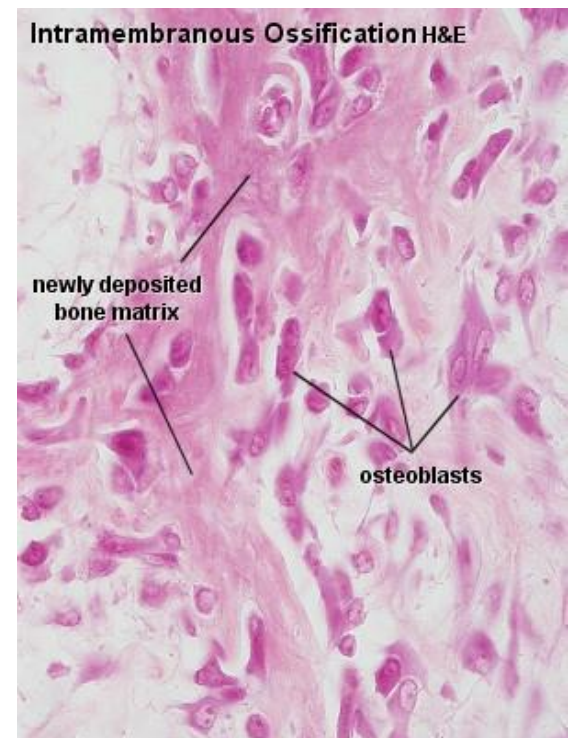
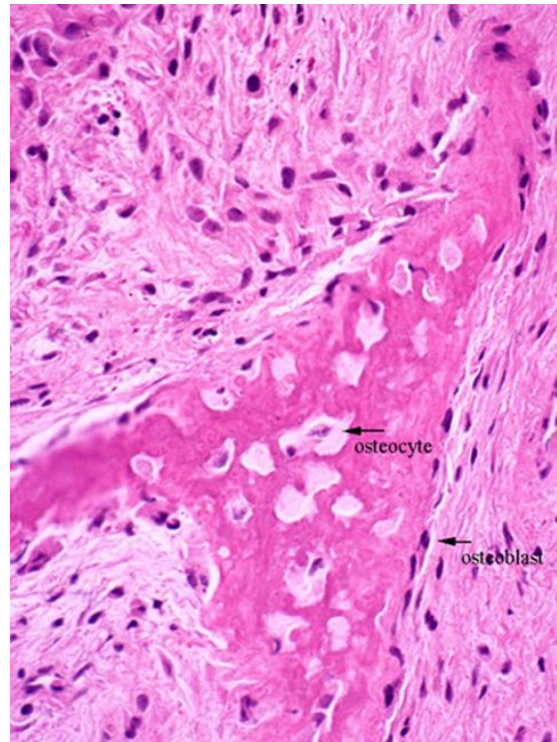
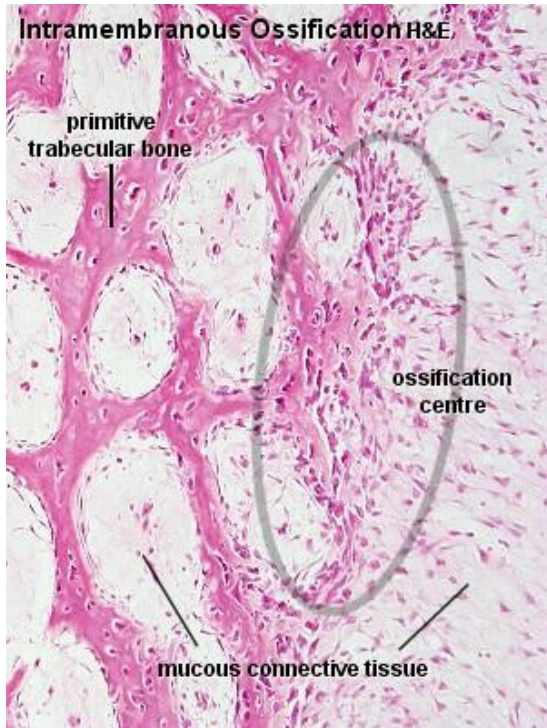
تكوين العظام Ossification

١- الطريقة الغشائية : Intramembranous ossification

- يتكون أولا في منطقة محددة في الميزودرم تكون أكثر كثافة عما حولها لذلك تسمى غشاء .
- تتميز الخلايا الميزودرمية UMC الى الخلايا المكونة للعظم التي تفرز تدريجيا الألياف والمادة البينية العظمية ثم انزيم الفوسفاتيز الذي يساعد على ترسيب أملاح الكالسيوم على الألياف وتحدد الخلايا طريقة الترسيب واتجاه الصفائح العظمية.
- تصبح خلايا عظمية بعد احاطتها من جميع الجهات بالمادة البينية .
- الميزودرم الذي أصبح محاطا بالحواجز العظمية يكون نخاع العظم الأحمر .
- يتحول بذلك الغشاء الميزودرمي إلى عظم اسفنجي والذي قد يبقى كذلك أو يتحول كله أو أجزاء منه إلى عظم كثيف.
- يحدث هذا النوع من تكون العظام في العظام المسطحة وفي عظام الجمجمة .



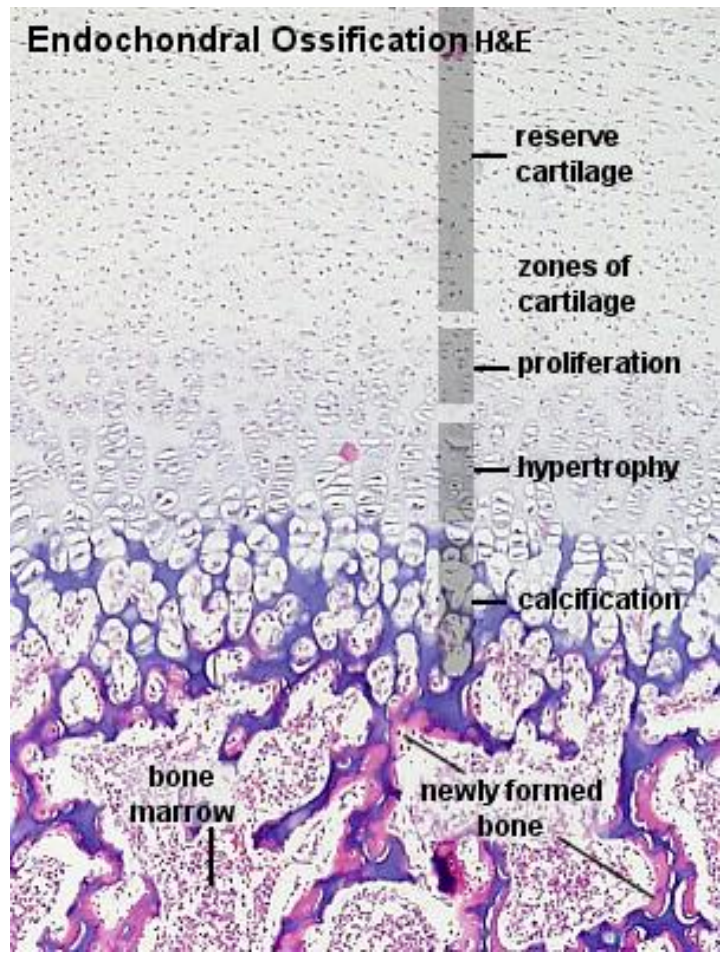
Mesenchyme Bone blastema Osteoblasts Primary bone tissue



٢- الطريقة الغضروفية : Intracartilagenous ossification

- تظهر مراكز التعظم في مواعيد محددة من حياة الجنين في هيكله الغضروفي ومن خلال سلسلة من التحولات يحل العظم محل الغضروف ويتكون الهيكل العظمي .
- تتضخم الخلايا الغضروفية في مركز التعظم ثم تموت وتتلاشى المادة البينية .
- يبدأ دخول لسان من غلاف الغضروف بما فيه من خلايا وأوعية دموية .
- بعدها تتحول الخلايا إلى خلايا مكونة للعظم حيث تقوم بتكوين العظم ليحل محل الغضروف.
- عن طريق الاضافة والازالة يتكون العظم الذي يكون اسفنجيا وقد يتحول كله أو بعضه إلى عظم كثيف .

Endochondral Ossification H&E



reserve cartilage

zones of cartilage

proliferation

hypertrophy

calcification

bone marrow

newly formed bone