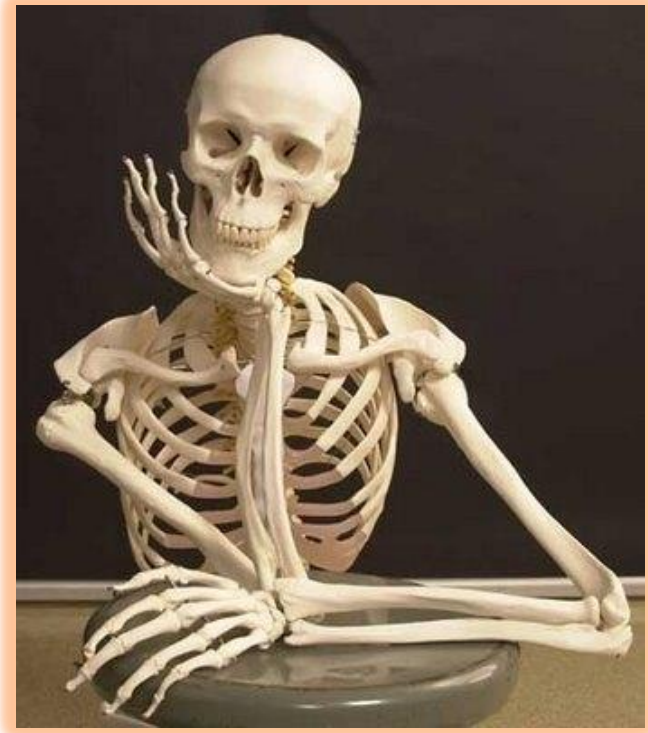
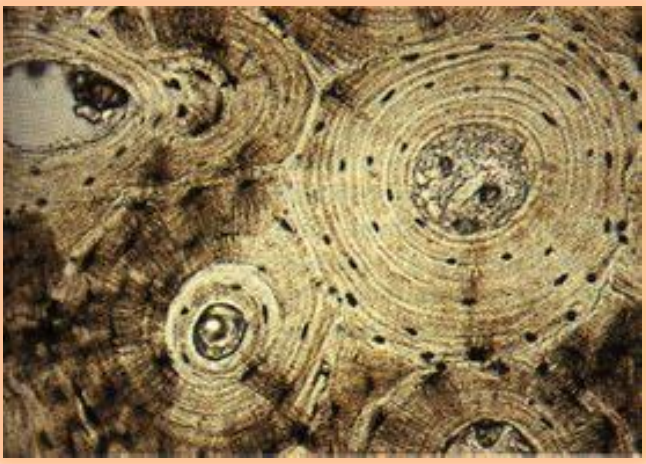
บทที่ 4 ระบบกระดูก และข้อต่อ

(Skeletal System)





ตอนที่ 1 *บทนำระบบกระดูก*

Reusi Aut Ton

บ้านเรียนรู้หัตถบำบัด และการดูแลสุขภาพ

บทที่ 4

ระบบกระดูก และข้อต่อ (Skeletal system)

ตอนที่ 1 บทนำ

- ระบบกระดูก และข้อต่อ
- กระดูกอ่อน (cartilage)
- กระดูก (bone)
    - การจำแนกชนิดต่าง ๆ ของกระดูก
    - ลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของกระดูก
    - ลักษณะทางมหกายวิภาคศาสตร์ของกระดูก
    - คำที่ใช้อธิบายส่วนต่าง ๆ ของกระดูก (Descriptive terms)
- ข้อต่อ (joint)
- การบ้านทบทวนความเข้าใจ

ระบบกระดูก และข้อ (Skeletal system)

ระบบกระดูก และข้อต่อ หรือระบบโครงร่างของร่างกาย ประกอบไปด้วย

กระดูกอ่อน (Cartilages)

กระดูกแข็ง (bone)

ข้อต่อ (joint) และเอ็นยึดข้อต่อ (ligament) รวมถึงเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอื่น ๆ

การศึกษาในระบบโครงร่างประกอบด้วยการศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อกระดูก ชนิดของกระดูก การเรียกชื่อ และส่วนสำคัญของกระดูกแต่ละชิ้น รวมถึงการเชื่อมต่อกันของกระดูกในลักษณะที่เป็นข้อต่อในร่างกาย

อย่างไรก็ตามระบบโครงร่าง นับว่าเป็นระบบสำคัญที่ทำให้มีการเคลื่อนไหวของร่างกายเกิดขึ้นโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีจุดเกาะอยู่ที่กระดูก ทั้งยังเป็นแหล่งเก็บสะสมแร่ธาตุและสร้างเม็ดเลือด ดังนั้นถ้าเกิดมีความผิดของกระดูกจะมีผลทำให้เกิดพยาธิสภาพต่าง ๆ อย่างมากมายตามมามากมาย

หน้าที่ของกระดูก

1. เป็นโครงสร้างของร่างกายให้คงรูปอยู่ได้ (organs of support)
2. เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ และเอ็นต่าง ๆ เพื่อทำเป็นคาน ส่งผลทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเมื่อกล้ามเนื้อหดตัว
3. ป้องกันอวัยวะที่สำคัญ ซึ่งอยู่ภายในร่างกายไม่ให้เป็นอันตราย เช่น กะโหลกหุ้มสมอง กระดูกซี่โครงหุ้มปอด และหัวใจ เป็นต้น
4. ภายในกระดูกมีไขกระดูก (bone marrow) ทำหน้าที่ผลิตเม็ดเลือดต่าง ๆ
5. เป็นแหล่งสะสมแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุอื่น ๆ

กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่มีชีวิต มีลักษณะแข็ง เป็นองค์ประกอบหลักของโครงกระดูก และเป็นโครงสร้างพยุงหลักของร่างกาย ทำหน้าที่ปกป้องอวัยวะชีพ (vital organ) พยุงส่วนร่างกาย เป็นกลไกพื้นฐานของการเคลื่อนไว เป็นแหล่งสะสมเกลือ และแคลเซียม และเป็นแหล่งสำคัญสำรับผลิตเซลล์เลือดตัวใหม่ กระดูกจะเจริญเต็มที่ และสมบูรณ์ต้องใช้เวลาหลายปี เช่น กระดูก humerus เริ่มกลายเป็นกระดูกแข็ง ในช่วงท้ายของตัวอ่อน (8 สัปดาห์) และเป็นกระดูกแข็งสมบูรณ์เมื่ออายุ 20 ปี

ส่วนกระดูกอ่อนเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ไม่แข็งมากนัก ก่อรูปเป็นส่วนต่าง ๆ ของโครงกระดูก เช่น costal cartilage ซึ่งเกาะติดระหว่างกระดูกซี่โครง และกระดูก sternum กระดูกอ่อนไม่มีเลือดมาหล่อเลี้ยง ตัวเซลล์กระดูกอ่อนได้รับออกซิเจน และสารอาหารโดยขบวนการแพร่กระจาย ผิวข้อกระดูกชนิด synovial joint มีส่วนเป็นกระดูกอ่อนที่คลุมคล้ายหมวก เรียกว่า articular cartilage ทำให้ข้อเคลื่อนไหวอย่างอิสระ

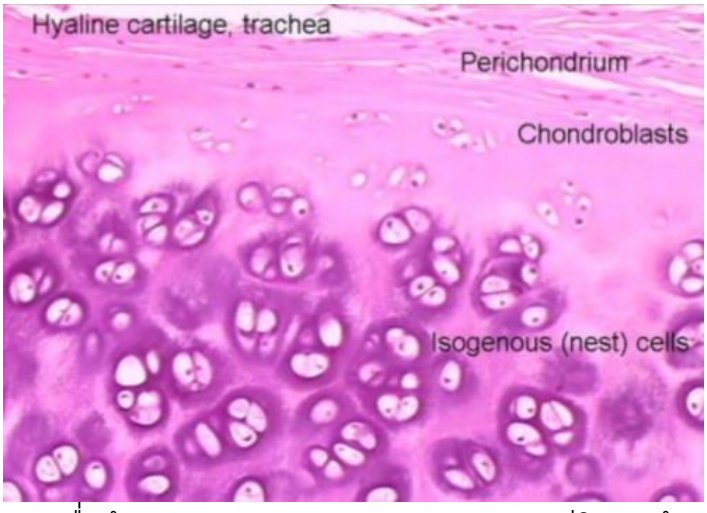
อัตราส่วนหรือสัดส่วนของกระดูกอ่อนในโครงกระดูก เปลี่ยนแปลงไปเมื่อร่างกายเจริญเติบโตขึ้น ยิ่งอ่อนเยาว์ส่วนของกระดูกอ่อนก็ยิ่งมาก กระดูกของเด็กแรกเกิดจะนุ่มและยืดหยุ่นเนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกระดูกอ่อน

กระดูกอ่อน

กระดูกอ่อน เป็น connective tissue ชนิดพิเศษทำหน้าที่ค้ำจุน และช่วยการเคลื่อนไหวของข้อต่อ มีองค์ประกอบสำคัญ ประกอบด้วย เซลล์กระดูกอ่อน (chondrocyte) เส้นใย (fiber) และสารพื้น (ground substance) พวกเส้นใยกับสารพื้นที่อยู่รอบ ๆ เซลล์กระดูกอ่อนรวมเรียกว่า matrix มีเยื่อหุ้มกระดูกอ่อน เรียกว่า perichondrium หุ้มอยู่ภายนอก กระดูกอ่อนไม่มีหลอดเลือด และเส้นประสาทไปหล่อเลี้ยง และควบคุม แต่ได้รับสารอาหารและขจัดของเสียด้วยวิธีการแพร่ผ่านทาง matrix จากหลอดเลือดที่อยู่ในเยื่อหุ้ม

กระดูกอ่อน มี 3 ชนิด ได้แก่

1. Hyaline cartilage

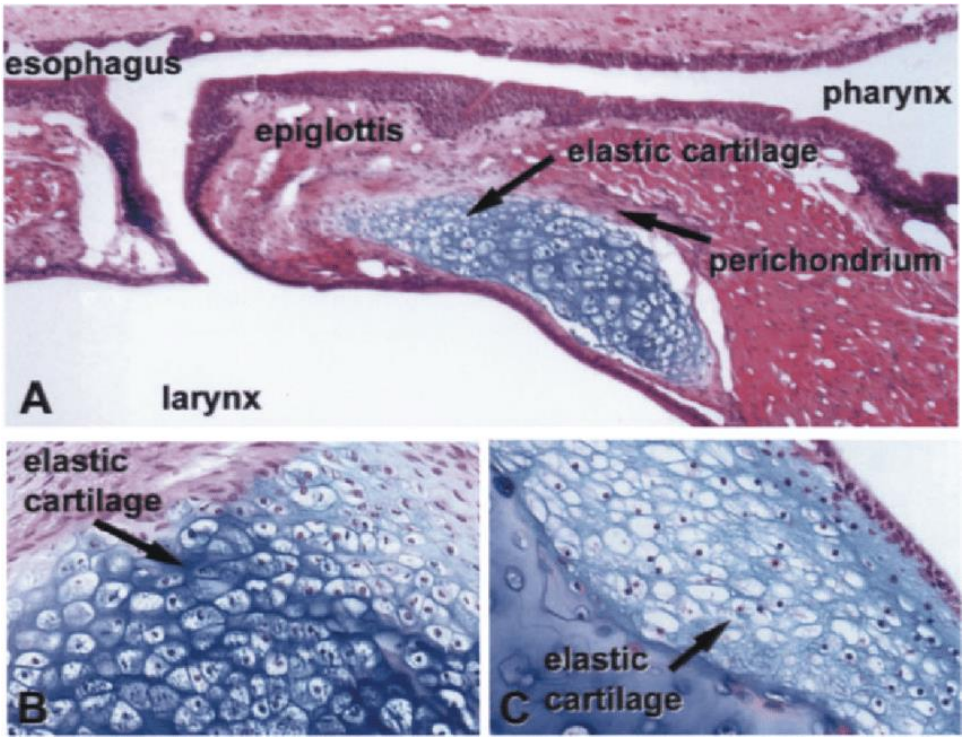


เป็นกระดูกอ่อนที่พบได้มากที่สุดในร่างกาย โครงสร้างของ hyaline cartilage จะประกอบด้วยเซลล์กระดูกอ่อน หรือ chodrocyte อยู่ในช่องรูปไข่ (lacuna) ภายนอก lacuna พบ matrix ซึ่งย้อมติดสีชมพูของ collagen fibers ซึ่งขอบของ cartilage พบเยื่อหุ้มกระดูกอ่อน (perichondrium) มีโครงสร้างเป็น dense collagenous connective tissue

Hyaline cartilage มีโครงสร้างประกอบด้วย collagenous fibers ทำให้มีคุณสมบัติบิดงอ และกลับคืนรูปร่างเดิมได้ดีพอสมควร hyaline cartilage พบประกอบเป็นแกนของร่างกายในขณะเป็นตัวอ่อนในครรภ์ แล้วเปลี่ยนเป็นกระดูก (bone) ต่อมาในภายหลัง และคงพบที่หลอดลม (trachea) กล่องเสียง (larynx) ในผู้ใหญ่ เป็นต้น

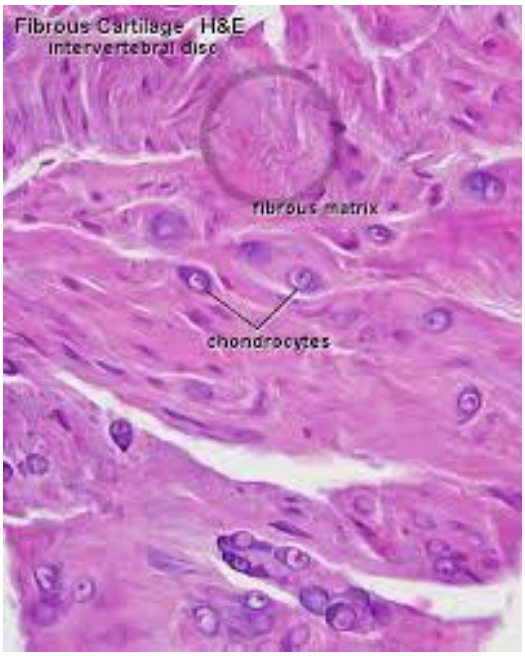
2. Elastic cartilage

เป็นกระดูกอ่อนชนิดที่มีความยืดหยุ่นดีที่สุด โดยโครงสร้างของกระดูกอ่อนชนิดนี้พบ elastic fibers เป็นองค์ประกอบอยู่มาก ทำให้มีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี elastic cartilage พบที่ใบหู (pinna) ฝาปิดกล่องเสียง (epiglottis) กระดูกอ่อนรอบท่อที่ติดต่อระหว่างหลอดคอกับหูชั้นกลาง (eustachian tube) รวมทั้งกระดูกอ่อนชิ้นเล็ก ๆ บางชิ้นของกล่องเสียง เป็นต้น

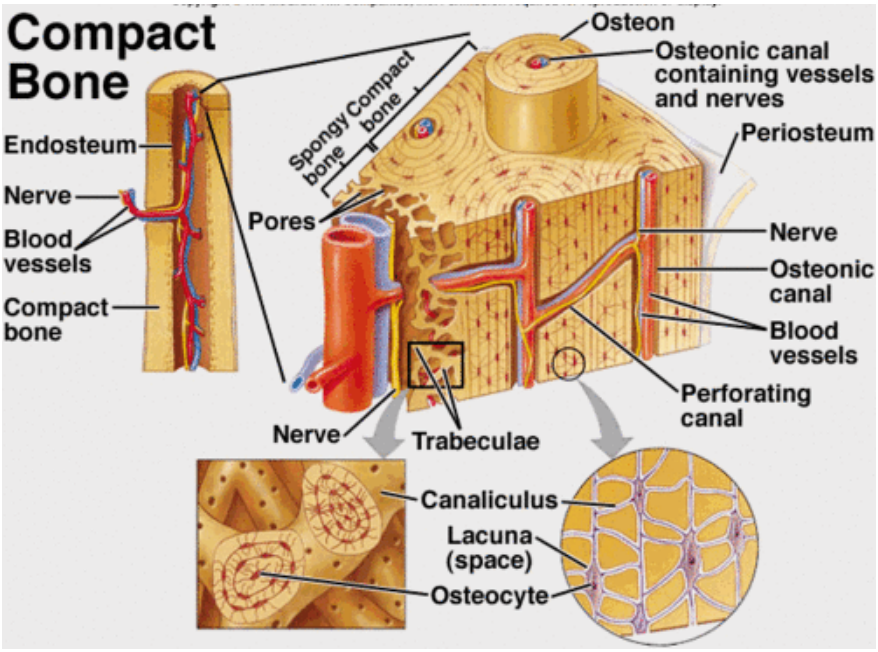


3. Fibrocartilage

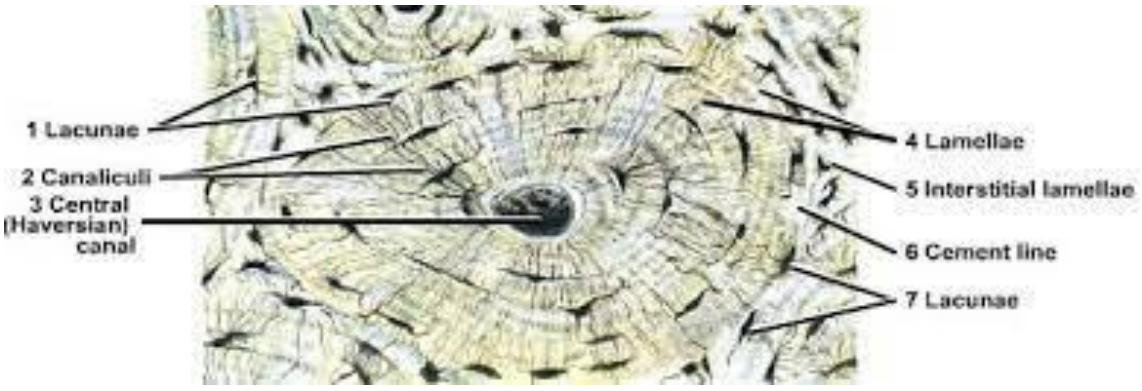
กระดูกอ่อนชนิดนี้พบว่ามี collagen fiber มากกว่า proteoglycan จึงทำให้มีความเหนียว แข็งแรง และทนต่อแรงกดมาก พบมากที่ หมอนรองข้อเข่า หมอนรองกระดูกสันหลัง และ symphysis pubis เป็นต้น โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ ligament ที่ยึดโครงสร้างให้มีความแข็งแรง พบว่า fibrocartilage ประกอบด้วย collagen fiber ที่เรียงตัวกันอย่างหนาแน่น ซึ่งเหมาะแก่การเสริมความแข็งแรงนั่นเอง



กระดูก (Bone)

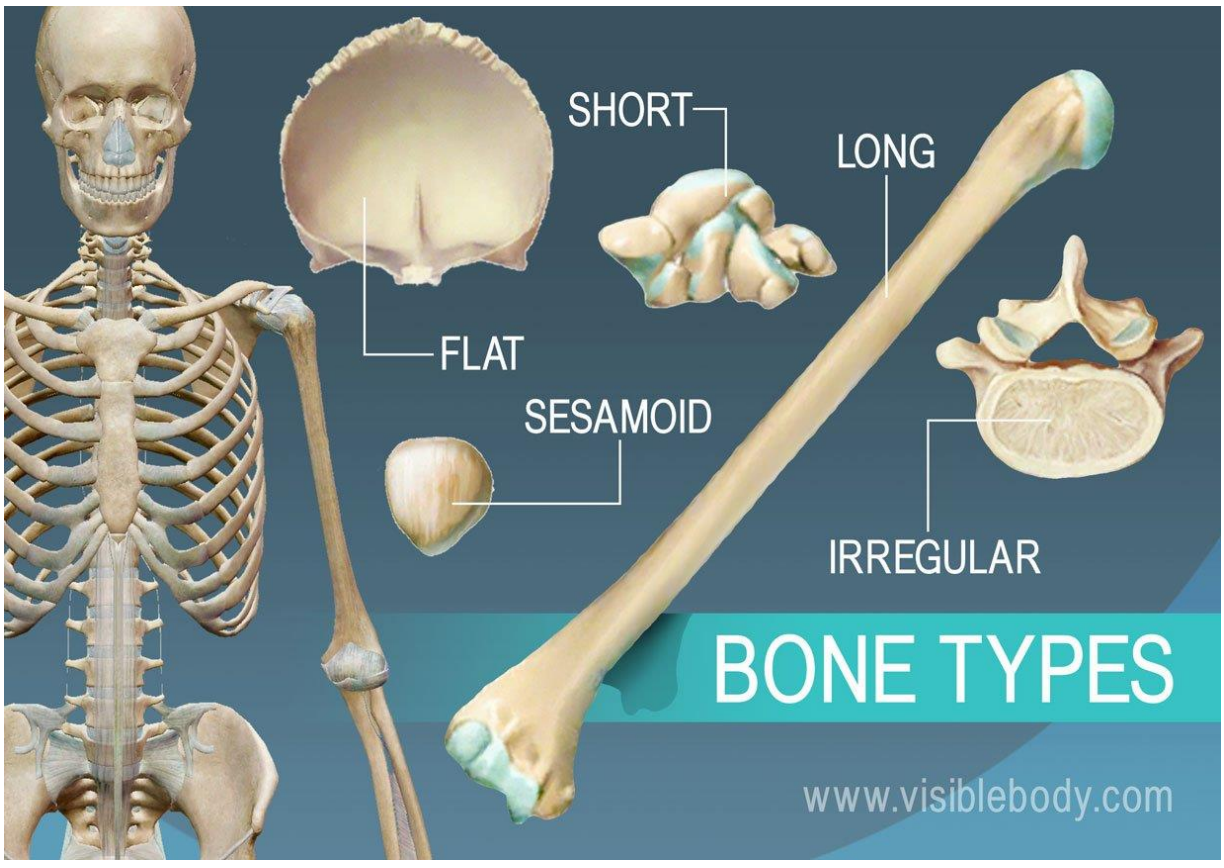


กระดูกแข็ง (bone)หรือ osseous tissue เป็น specialized connective tissue ที่มีลักษณะเด่น คือ intercellular substance หรือ matrix มีเกลือแคลเซียมมาตกตะกอน (calcification) ทำให้เนื้อยึดต่อชนิดนี้มีความแข็งมากเป็นพิเศษ เมื่อนำกระดูกแข็งที่ฝนจนเป็นแผ่นบางมาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา จะพบว่า calcified intercellular substance มีลักษณะเป็นแผ่น เรียงตัวซ้อนกันเป็นชั้น ๆ เรียกว่า lamellae โดยระหว่าง lamellae จะมีเซลล์ของกระดูกแข็งชนิด osteocyte ที่บรรจุอยู่ในช่องว่าง เรียกว่า lacunae เรียงตัวอยู่เป็นระยะ แต่ละ lacunae จะเชื่อมติดต่อกันโดยช่องทางเล็ก ๆ เรียกว่า canaliculi ซึ่งเกิดจาก cytoplasmic process ของ osteocyte เซลล์หนึ่งยื่นไปติดต่อกับเซลล์ข้างเคียงทำให้สารอาหาร และก๊าซออกซิเจนสามารถซึมผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งได้



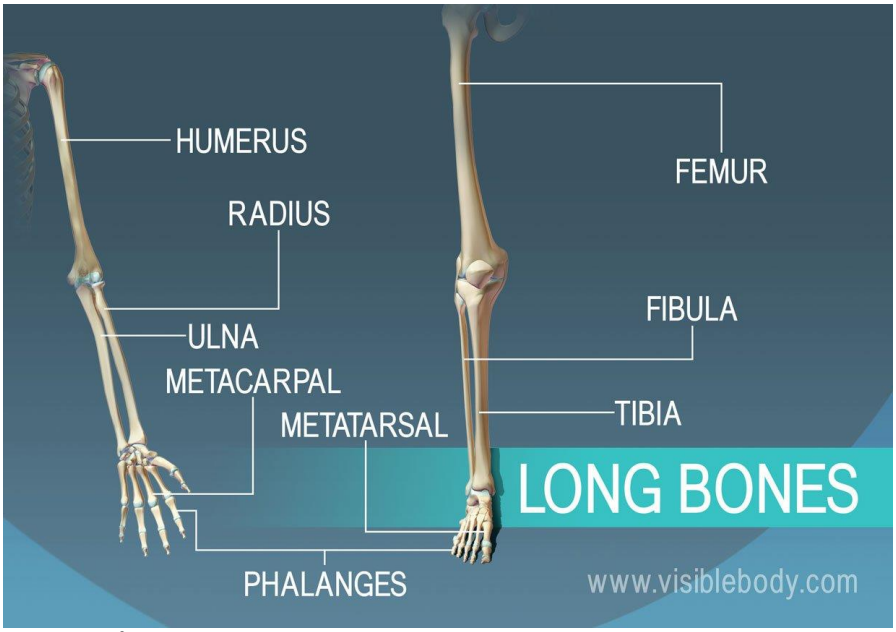
กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่มีโครงสร้างซับซ้อนมาก องค์ประกอบหลัก คือ คอลลาเจนไฟเบอร์ ประมาณ 20% โดยน้ำหนัก แคลเซียมฟอสเฟตประมาณ 70% โดยน้ำหนัก น้ำและสารอินทรีย์อื่น ๆ เช่น โปรตีน น้ำตาล และไขมัน ประมาณ 10% โดยน้ำหนัก คอลลาเจนมีเนื้อพื้น (matrix) ซึ่งอยู่ใน รูปไมโครไฟเบอร์ลักษณะเหมือนตาข่าย และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ ในช่วง 100-2,000 nm ทำให้ยากที่จะสังเกตเห็นคอลลาเจนได้อย่างชัดเจน ส่วนแคลเซียมฟอสเฟตจะอยู่ในรูปผลึก และ อสัณฐานของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) เป็นองค์ประกอบที่ช่วยทำให้กระดูกแข็งแรง ผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์มีรูปร่างเป็นแผ่นหรือเข็ม ยาวประมาณ 40-60 nm กว้างประมาณ 20 nm และหนาประมาณ 1.5-5 nm จะฝังตัวขนานกับคอลลาเจนไฟเบอร์ ส่งผลให้ทิศทางส่วนใหญ่ของผลึกไฮดรอกซีอะพาทต์อยู่ในแนวแกนยาวของคอลลาเจนไฟเบอร์

ชนิดของกระดูก



กระดูกแบ่งตามลักษณะรูปร่าง ได้ดังนี้

1. **กระดูกยาว (long bone)** มีลักษณะเป็นแท่งยาวเป็นส่วนใหญ่ เหมาะสำหรับเป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อ และligament กระดูกชนิดนี้จึงมีส่วนที่ยกนูนขึ้น เป็นสันและเป็นปุ่ม (ridge , crests และ tubercles) เพื่อง่ายแก่การที่กล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่มาเกาะ ได้แก่ กระดูก humerus , femur , tibia และfibula เป็นต้น หน้าที่หลักคือรับน้ำหนักร่างกาย และการเคลื่อนไหว



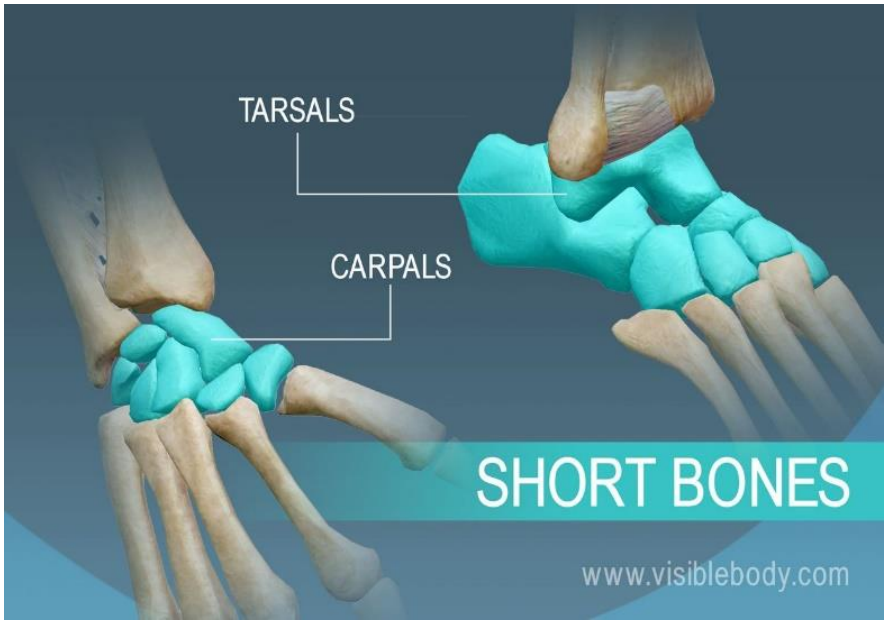
กระดูกยาวมี 90 ชิ้น

Clavicles	2	ชิ้น
Humerus	2	ชิ้น
Radius	2	ชิ้น
Ulnas	2	ชิ้น
Femur	2	ชิ้น
Tibias	2	ชิ้น
Fibulas	2	ชิ้น
Metacarpus	10	ชิ้น
Metatarsus	10	ชิ้น
Phalanges	56	ชิ้น

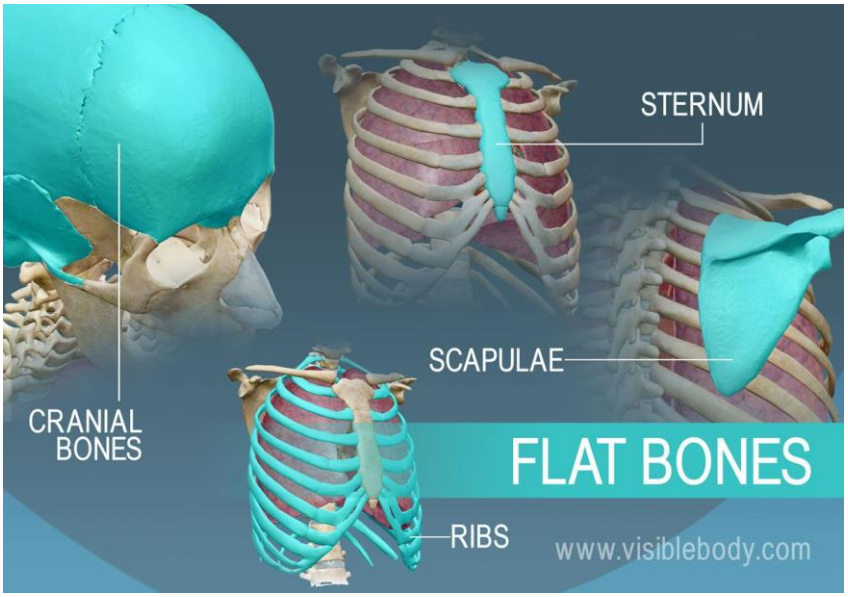
2. **กระดูกสั้น** (short bone) มีลักษณะกลม สั้นมักพบที่ข้อมือ ข้อเท้า เป็นต้น หน้าที่หลักคือ สำหรับออกแรงเมื่อเวลาทำงาน แต่ไม่ต้องเคลื่อนไหวมาก

กระดูกสั้นมี 30 ชิ้น

Carpus	16	ชิ้น
Tarsus	14	ชิ้น



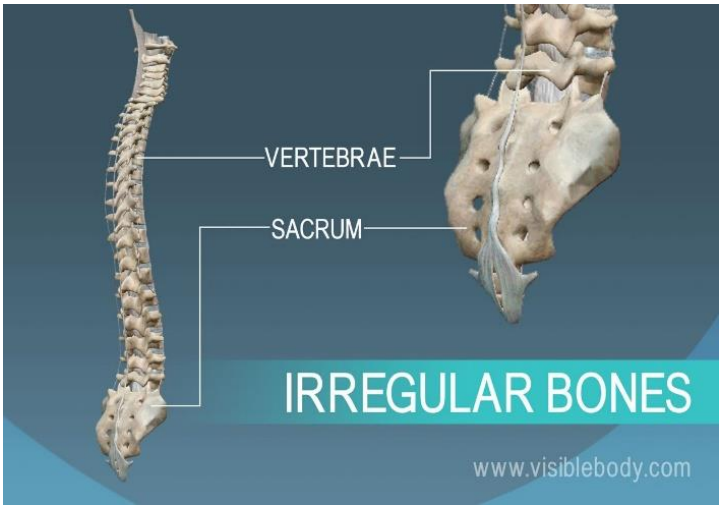
3. **กระดูกแบน** (flat bones) มักทำหน้าที่ปกป้องอวัยวะที่สำคัญเป็นหลัก เช่น กะโหลกศีรษะ



กระดูกแบนมี 40 ชิ้น

Occipital bone	1	ชิ้น
Parietal bones	2	ชิ้น
Frontal bone	1	ชิ้น
Nasal bones	2	ชิ้น
Vomer	1	ชิ้น
Lacrimal bone	2	ชิ้น
Scapula	2	ชิ้น
Sternum	1	ชิ้น
Ribs	24	ชิ้น
Hip bones	2	ชิ้น
Patellas	2	ชิ้น

4. **กระดูกรูปร่างแปลก (irregular bones)** เป็นกระดูกที่มีแง่ มีเหลี่ยม มีช่องโค้งไปมามาก เช่น กระดูกที่หน้า กระดูกสันหลัง เป็นต้น



กระดูกรูปแปลก มี 46 ชิ้น

Vertebrae	26	ชิ้น
Sacrum	1	ชิ้น
Coccyx	1	ชิ้น
Temporal bones	2	ชิ้น
Sphenoid bone	1	ชิ้น
Ethmoid bone	1	ชิ้น
Malar or Zygomatic bones	2	ชิ้น
Maxillae	2	ชิ้น
Mandible	1	ชิ้น
Palatine bone	2	ชิ้น
Inferior conchae	2	ชิ้น
Hyoid bone	1	ชิ้น
Ear bones	6	ชิ้น

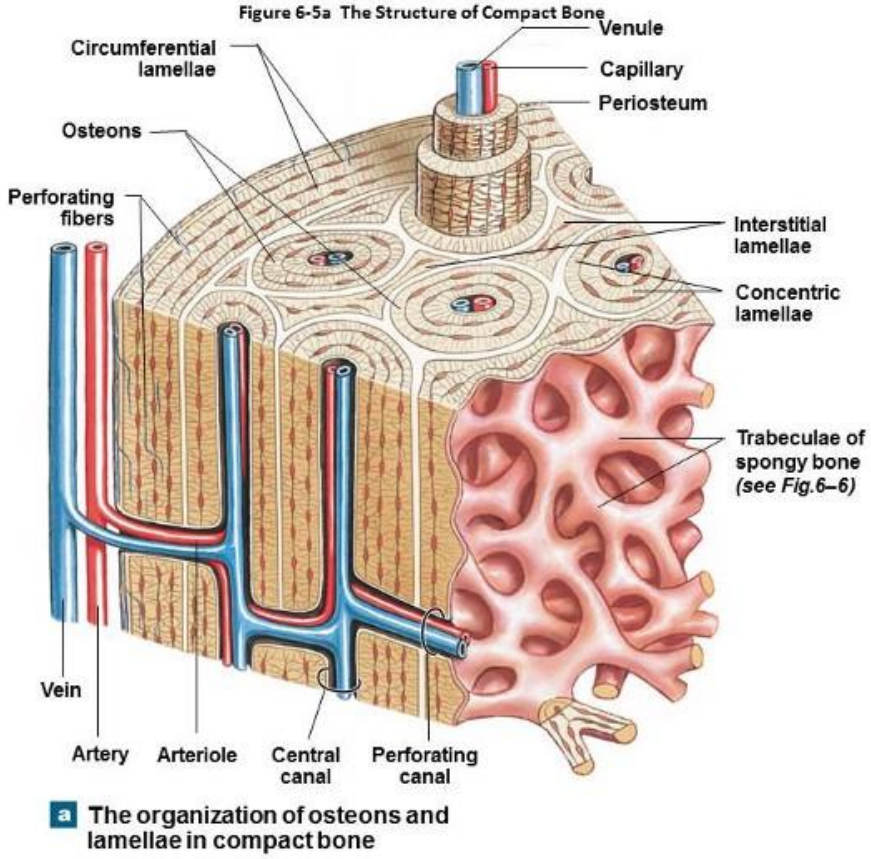
บางตำรากล่าวว่า ear bones , hyoid bone และ patella ไม่อยู่ในจำพวกกระดูกชนิดอะไร นับเป็นกระดูกพิเศษ เพราะว่าไม่ได้มีรอยติดต่อกับกระดูกอะไร บางตำราจัด patella เป็นกระดูกสั้นบ้าง ชนิดแบนบ้าง หรือจัดไปเป็นชนิด sesamoid bone

ลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์ (Microscopic structure of bone)

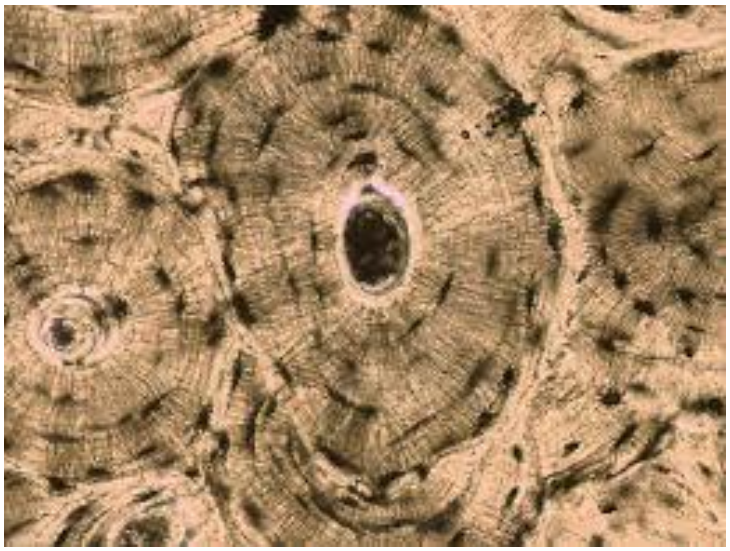
ส่วนประกอบของกระดูก

กระดูกที่เติบโตเต็มที่ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ กระดูกเนื้อแน่น (compact bone) และกระดูกเนื้อโปร่ง หรือ กระดูกพรุน (spongy or cancellous bone)

1. **Cancellous (spongy) bone** กระดูกแข็งชนิดนี้เมื่อดูด้วยตาเปล่ามีลักษณะพรุนคล้ายฟองน้ำ ประกอบด้วยกระดูกแข็งชิ้นเล็ก ๆ เรียกว่า trabeculae เรียงตัวสานกันไปมาเป็นร่างแห มีช่องว่างเล็ก ๆ เป็นที่บรรจุไขกระดูก (bone marrow) เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาจะพบว่า cancellous bone ประกอบด้วย lamellae ที่เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ และมีจำนวนไม่มากนัก

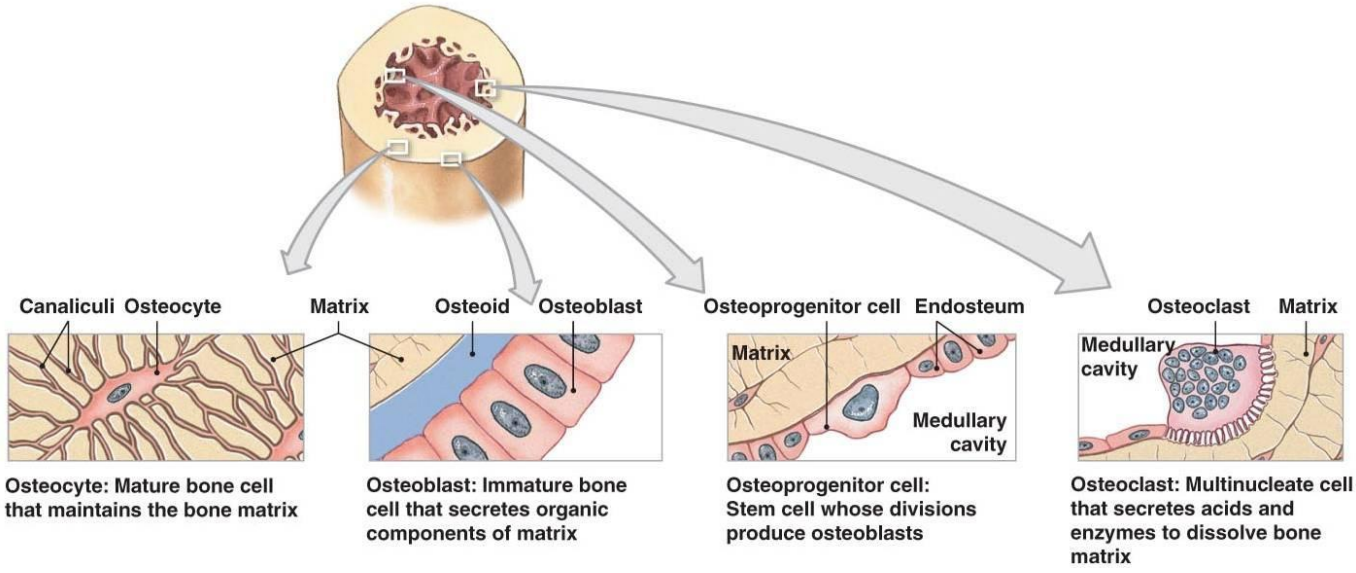


2. **Compact bone** กระดูกชนิดนี้มีลักษณะแน่นแข็ง สีขาวคล้ายงาช้าง มีการเรียงตัวของ lamellae เป็นระเบียบ เรียกว่า Haversian system ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานของกระดูกแข็ง ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสารอาหารไปเลี้ยงเซลล์ของกระดูกแข็ง



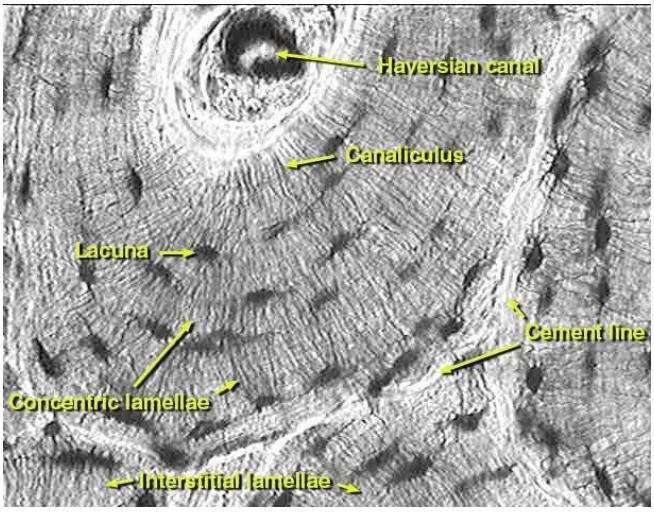
Haversian system ประกอบด้วย lamellae เรียงตัวกันเป็นวงกลมซ้อนกันหลายชั้น ตรงกลางเป็นท่อยาวเรียกว่า haversian canal ซึ่งเป็นทางผ่านของหลอดเลือด หลอดน้ำเหลือง และเส้นประสาทที่มาเลี้ยงเซลล์ของกระดูกแข็ง Haversian canal แต่ละอันเชื่อมติดต่อกันผ่านทางท่อที่เรียกว่า Volkmann's canal ซึ่งวิ่งตั้งฉากกับแกนยาวของกระดูกแข็ง

เซลล์ของกระดูก



เนื้อเยื่อกระดูก ประกอบด้วยเซลล์กระดูกที่มีต้นกำเนิดมาจากเมโซเดิร์ม (mesoderm) สามารถแบ่งตามรูปร่าง ลักษณะ หน้าที่ และตำแหน่งที่พบได้ 4 ประเภท คือ

1. **Osteoprogenic cell** เป็นเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์กระดูกแข็ง มีลักษณะคล้าย fibroblast มักพบอยู่บริเวณผิวของกระดูกแข็งใกล้กับเยื่อหุ้มกระดูกแข็ง (periosteum) บริเวณ endosteum และดาดอยู่ภายใน Haversian และ Volkmann's canals เมื่อเซลล์ชนิดนี้ถูกกระตุ้นจะเปลี่ยนเป็นเซลล์กระดูกแข็งชนิด osteoblast และสร้างกระดูกแข็ง
2. **Osteoblast** เป็นเซลล์ที่พบที่ผิวของกระดูกแข็งที่กำลังมีการสร้างเนื้อกระดูกแข็งเพิ่มขึ้น เซลล์มีขนาดใหญ่ cytoplasm ติดสีน้ำเงิน ทำหน้าที่สร้าง intercellular substance ให้กับกระดูก ซึ่งต่อมาเกิด calcification ได้เป็นเนื้อกระดูกแข็ง
3. **Osteocyte** เป็น osteoblast ที่ถูกล้อมรอบด้วย calcified intercellular substance เรียกชื่อใหม่ว่า osteocyte บรรจุอยู่ในช่องเรียกว่า lacunae ซึ่งเชื่อมติดต่อกันผ่านทางช่องเล็ก ๆ เรียกว่า canaliculi เซลล์ชนิดนี้มีความสามารถสร้าง และสลายเนื้อกระดูกได้ในขอบเขตจำกัด ทำหน้าที่บำรุงรักษา และซ่อมแซมเนื้อกระดูกในบริเวณที่เซลล์นั้นอยู่ และช่วยควบคุมปริมาณแคลเซียมในเลือดภายใต้อิทธิพลของ parathyroid hormone



4. **Osteoclast** เป็นเซลล์ขนาดใหญ่มาก มีหลาย nucleus พบอยู่ตรงบริเวณผิวของกระดูกที่กำลังมีการกัดกร่อน เซลล์พวกนี้จะสร้างน้ำย่อยออกมาละลายเนื้อกระดูกแข็ง ทำให้เนื้อกระดูกบางลง และมีการปล่อยแคลเซียมออกสู่กระแสเลือดมากขึ้น เชื่อว่า osteoclast ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแคลเซียมในเลือดเช่นเดียวกับ osteocyte

การเจริญ และพัฒนาของกระดูก

จะเริ่มตั้งแต่ช่วงที่อยู่ในครรภ์ โดยกระบวนการ สร้างเนื้อ กระดูก (ossification) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. Intramembranous ossification

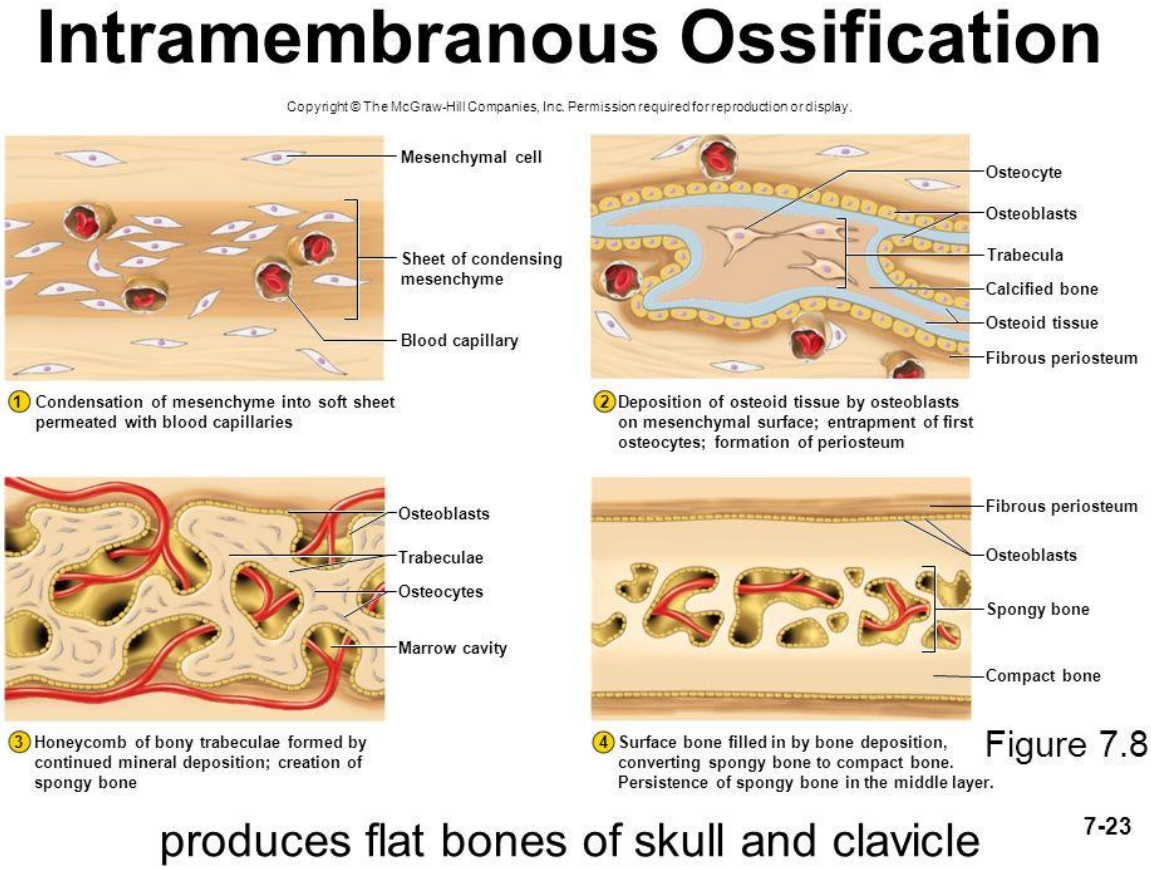


Figure 7.8

produces flat bones of skull and clavicle

7-23

การสร้างกระดูกชนิดนี้ เริ่มเกิดขึ้นเมื่อตัวอ่อนของมนุษย์มีอายุประมาณ 8 สัปดาห์ พบในการสร้างกระดูกที่มีลักษณะแบน (flat bone) และบริเวณผิวของกระดูกยาว (long bone) เช่น กะโหลกศีรษะ และกระดูกไหปลาร้า เป็นต้น จุดเริ่มต้นในการสร้างนั้นอยู่ในบริเวณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน โดยบางเซลล์ที่เป็นต้นกำเนิดของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (mesenchymal cell) มีการเปลี่ยนแปลงตัวเองไปเป็นเซลล์ต้นกำเนิดของกระดูก (osteoblast) ในระยะแรกนั้นมีการสร้างคานเนื้อเยื่อยึดต่อ (trabeculae) กระจายออกไปจากบริเวณตรงกลางทุกทิศทาง จากนั้นจึงมีหลอดเลือดและเซลล์ชนิดต่าง ๆ เข้าไปอยู่ภายใน trabeculae และมีการสร้างไขกระดูก (bone marrow) ขึ้น กระดูกที่สร้างมีลักษณะเป็นกระดูกพรุนที่ปกคลุมด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เรียกว่า

periosteum โดยมี osteoblast ติดอยู่ที่ผิวของ periosteum ด้วย จากนั้น osteoblast ที่ติดอยู่นี้จะทำการสร้างกระดูกแข็ง (compact bone) มีลักษณะเป็นแผ่นขนาบกระดูกพรุนที่สร้างขึ้นมา ทำให้มีลักษณะคล้ายกับแซนวิช ตัวอย่างที่เห็นได้ คือ บริเวณกระหม่อม (fontanelle) ในเด็ก ซึ่งต่อมาพัฒนาเป็นกระดูกแข็ง

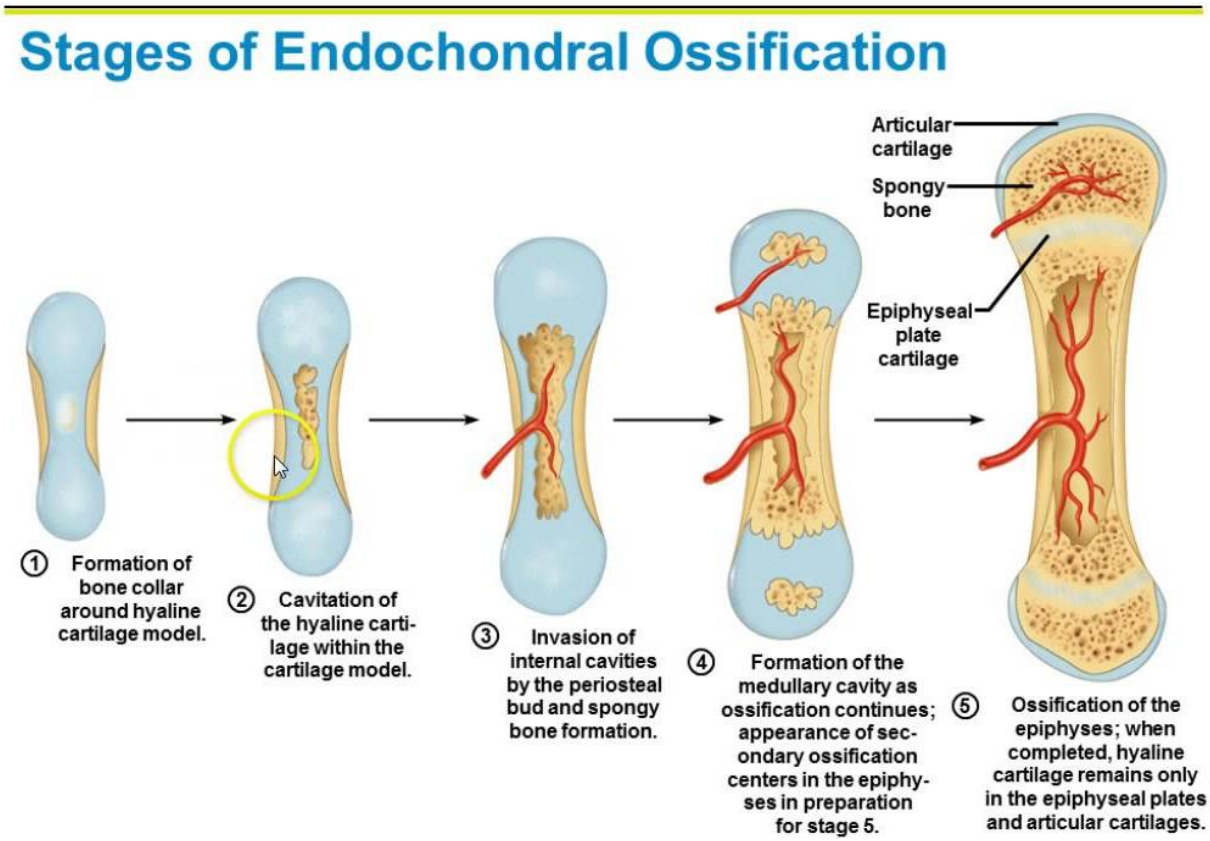
2. Endochondral (Intracartilagenous) ossification

การสร้างกระดูกชนิดนี้เริ่มเกิดขึ้นเมื่อตัวอ่อนอายุประมาณ 2 เดือน การสร้างเริ่มต้นนั้นมีลักษณะเป็นโครงกระดูกอ่อนก่อน โดยกระดูกอ่อนดังกล่าวเป็นชนิด hyaline cartilage ประกอบไปด้วยเซลล์ของกระดูกอ่อนเรียกว่า chondrocyte เป็นจำนวนมาก จากนั้นเซลล์ chondrocyte ที่บริเวณตรงกลางของแท่งกระดูกอ่อน จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีการสะสมของแคลเซียมคอร์บอเนต ต่อมา chondrocyte ถูกแทนที่ด้วย osteocyte ทำให้เกิดการสร้างกระดูกแข็งขึ้น การสร้างกระดูกบริเวณตรงกลางแท่งกระดูกเรียกว่า **primary ossification**

เมื่อมีการสร้างกระดูกแล้วจะมีหลอดเลือดเจริญเติบโตเข้าไปภายใน lacunae ตรงบริเวณดังกล่าวโดยพังผืดที่หุ้มรอบหลอดเลือดนั้นมี osteoblast ฝังตัวอยู่ด้วย จากนั้นมันจะทำหน้าที่สร้างกระดูกจนทำให้เกิด trabeculae ทำให้เกิดกระดูกพรุนขึ้น นอกจากนี้พบว่าช่องตรงกลางของกระดูกก็มีการขยายกว้างขึ้นด้วยเนื่องจาก osteoclast ทำหน้าที่ในการทำลายกระดูกที่ขอบของช่องว่างนั่นเอง

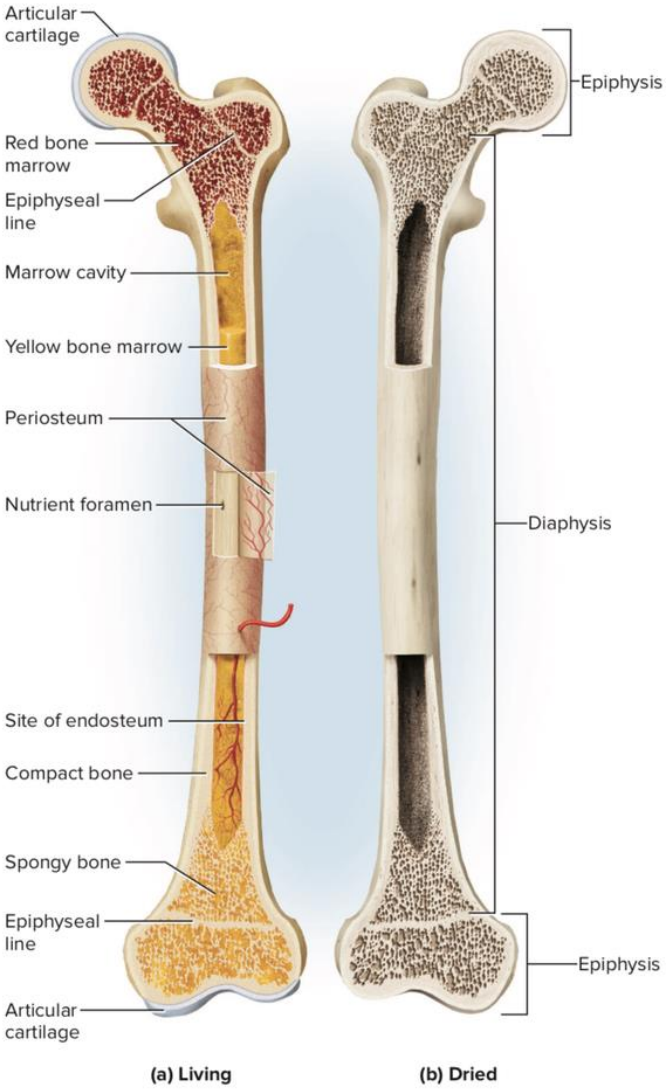
การเกิดกระดูกที่บริเวณส่วนปลายกระดูก (secondary ossification) เกิดขึ้นก่อนการคลอดของทารกเล็กน้อย โดยการเกิดกระดูกส่วนนี้พบอยู่ตรงกระดูกอ่อนของส่วนปลายกระดูก (epiphysis) โดยเซลล์กระดูกอ่อนถูกแทนที่ด้วย osteoblast จากนั้นจึงมีการสร้างเนื้อกระดูกขึ้นมาแทนที่ ในที่สุดกระดูกที่สร้างจะไปติดกับกระดูกบริเวณก้านกระดูก (diaphysis) โดยมีแผ่นกระดูกอ่อนกั้นอยู่ เรียกแผ่นกระดูกอ่อนนี้ว่า epiphyseal plate ซึ่งแผ่นกระดูกอ่อนนี้จะมีการแบ่งตัวของเซลล์กระดูกอ่อนขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มความยาวให้กับกระดูก และเมื่อร่างกายมีการเติบโตเต็มที่มันจะถูกแทนที่ด้วยกระดูกแข็งทั้งหมด โดยเห็นเพียงร่องรอยมีลักษณะเป็นเส้นเรียกว่า epiphyseal line

กระดูกบริเวณ epiphysis ไม่มีช่องว่างอยู่ภายในกระดูก และเมื่อการสร้างกระดูกบริเวณนี้สิ้นสุดลง ยังคงมีกระดูกอ่อนคงเหลืออยู่ที่ผิวของ epiphysis เรียกว่า กระดูกอ่อนผิวข้อ (articular cartilage) ซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของข้อต่อเท่านั้น โดยไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของกระดูกแต่อย่างไร



ลักษณะทางมหกายวิภาคศาสตร์ (Gross structure of bone)

กระดูกที่เป็นแท่งยาว จะประกอบด้วยส่วน **shaft (diaphysis)** และส่วนปลาย 2 ข้าง คือ **epiphysis** ส่วน epiphysis ประกอบด้วย compact bone เป็นส่วนใหญ่แต่ภายในจะมี spongy bone ด้วย ตรงกลางของ diaphysis จะมีโพรงใหญ่เรียกว่า medullary cavity ซึ่งบรรจุด้วยไขกระดูก (bone marrow)

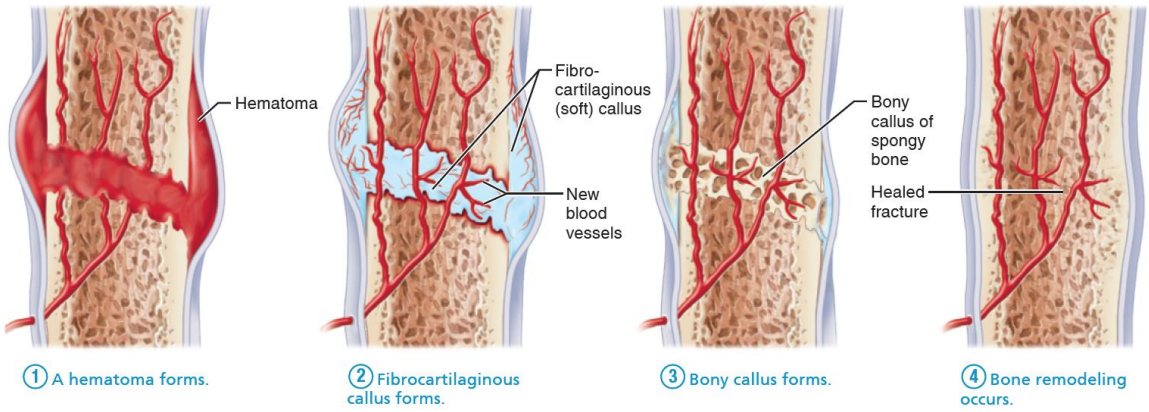


ไขกระดูก มี 2 ชนิด คือ yellow bone marrow จะพบใน medullary cavity ของกระดูกยาว ประกอบด้วยเนื้อเยื่อไขมันเป็นส่วนใหญ่ และ red bone marrow จะพบใน body ของกระดูกสันหลัง ชั้นกลางของกะโหลก กระดูกหน้าอก กระดูกซี่โครง และที่ epiphysis ของกระดูก femur และhumerus

ผิวนอกของกระดูกจะถูกหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่า **Periosteum** ซึ่งจะมีหลอดเลือด หลอดน้ำเหลือง และเส้นประสาทมาสู่ periosteum เลือดที่มาเลี้ยงกระดูกนั้นมาจากหลอดเลือดที่มาสู่ periosteum และจากหลอดเลือดที่เรียกว่า Nutrient artery ซึ่งเข้าสู่ diaphysis ไปเลี้ยง medullary cavity

เซลล์ชั้นลึกของ periosteum จะทำหน้าที่สร้างเนื้อกระดูกที่ยังเจริญไม่เต็มที่ และจะทำหน้าที่พิเศษอีกครั้งถ้ากระดูกที่เจริญเต็มที่แล้วได้รับอันตราย ภายในโพรงไขกระดูกจะดาดด้วย endosteum

กระดูกหัก (fracture) เป็นอาการที่พบบ่อยในเด็ก และคนสูงอายุ เมื่อเกิดกระดูกหักในเด็ก แพทย์จะทำการจัดส่วนปลายของกระดูกที่หักมาต่อกันในแนวปกติ ที่เรียกว่า close reduction การติดกันของกระดูกเกิดจาก fibroblast ที่อยู่รอบ ๆ มีการแบ่งตัวและสร้างใย collagen เข้ามายึดกระดูกให้ติดกัน กระดูกหักในเด็กจะหายเร็วกว่าในผู้ใหญ่ เนื่องจากในเด็กมีส่วนของกระดูกที่กำลังเจริญเติบโต (epiphyseal plate) ซึ่งเป็นส่วนของ cartilage ที่อยู่ระหว่างส่วน epiphysis กับ diaphysis แต่การหักของกระดูกในเด็กหาก epiphyseal plate ถูกทำลายอาจส่งผลให้มีการผิดรูปของกระดูกได้

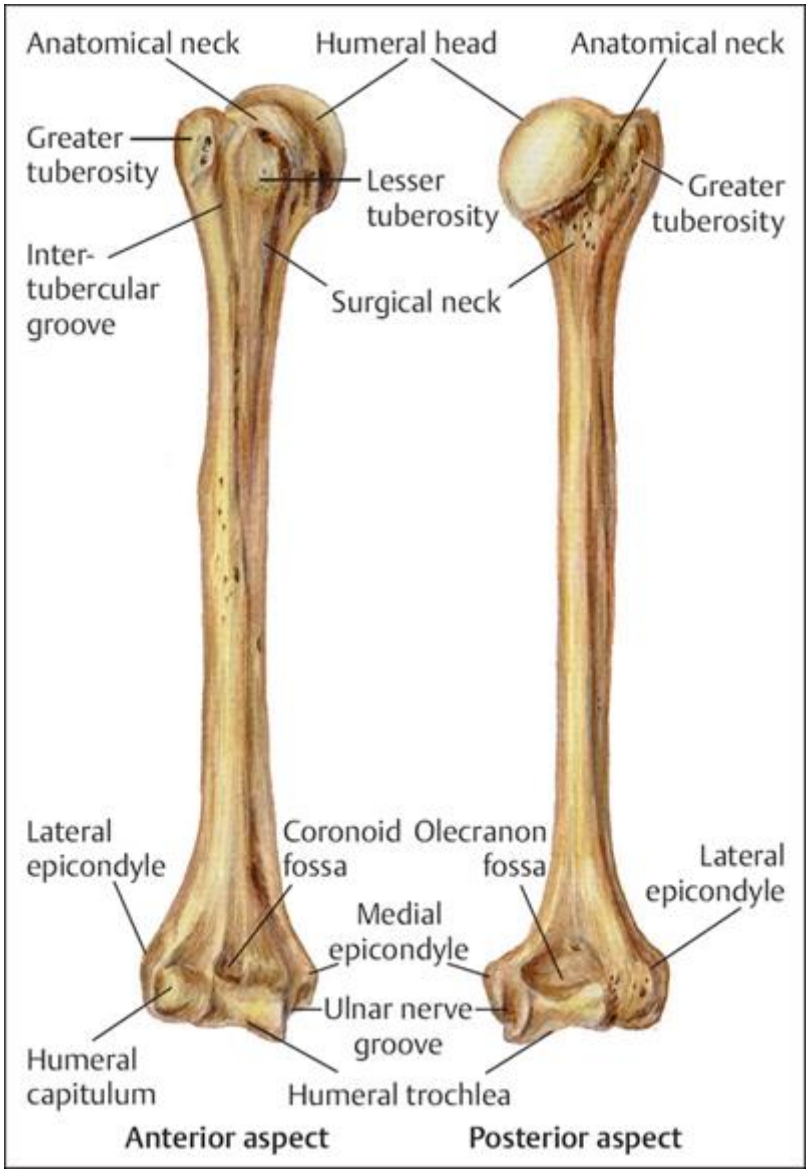


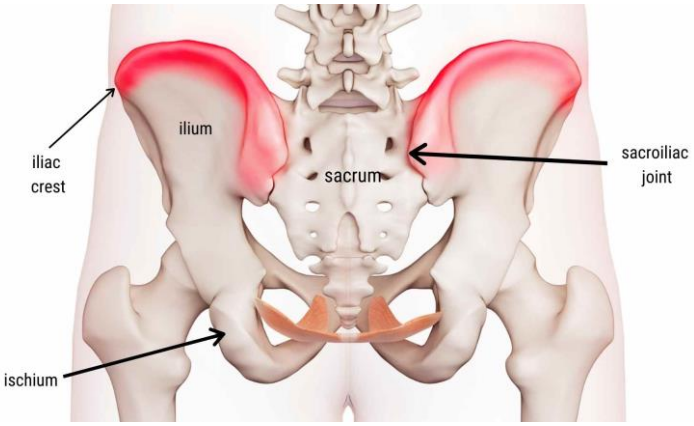
ภาวะกระดูกพรุน (osteoporosis) ในคนสูงอายุ เกิดจากส่วนประกอบของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ในกระดูกลดลง ทำให้กระดูกพรุน และขาดความยืดหยุ่น และเป็นสาเหตุที่ทำเกิดกระดูกหักได้บ่อยในคนสูงอายุ และพบได้บ่อยในคนสูงอายุเพศหญิง เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับฮอร์โมน โดยเฉพาะการขาดฮอร์โมน estrogen ในหญิงวัยทองหลังหมดประจำเดือน กระดูกสันหลังเป็นกระดูกชิ้นหนึ่งที่เห็นได้ชัดเมื่อเกิดภาวะกระดูกพรุนในคนสูงอายุ การเสื่อมของกระดูกสันหลังทำให้ความสูงของ vertebral body ลดลง จึงทำให้ผู้สูงอายุมีความสูงลดลง และอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของแนวกระดูกสันหลังที่ผิดปกติ ซึ่งทำให้คนสูงอายุเกิดอาการหลังค่อม

คำที่ใช้อธิบายส่วนต่าง ๆ ของกระดูก (Descriptive terms)

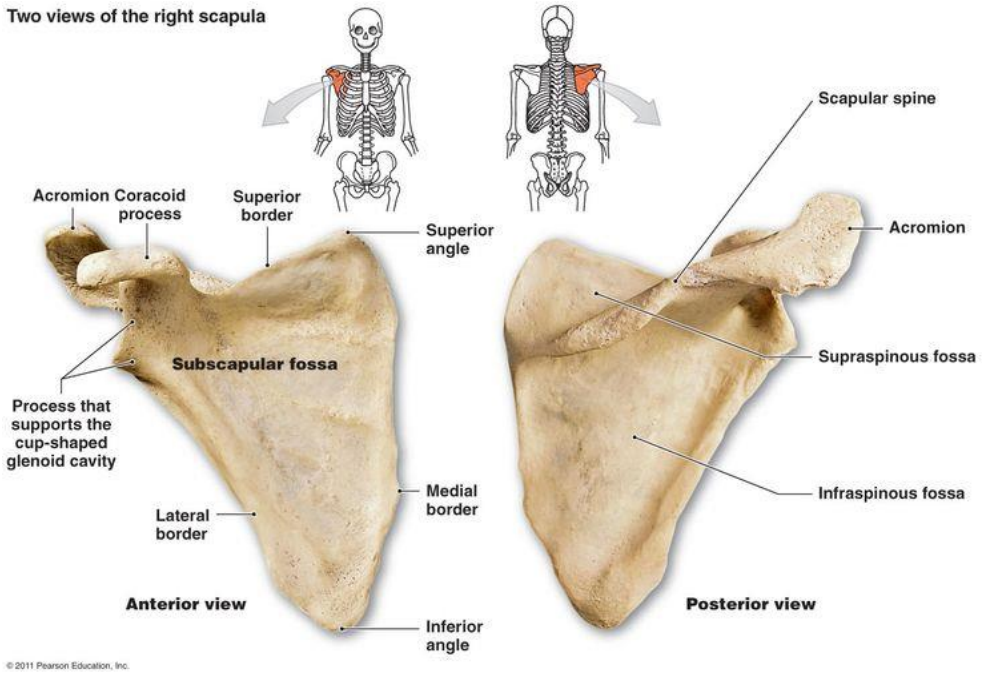
กระดูกแข็งแต่ละชิ้นจะมีส่วนยื่นออกมา มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันไป ที่พบบ่อย คือ

1. Condyle หมายถึง ส่วนยื่นที่ในสำหรับไปต่อกับกระดูกอื่น เช่น พบที่ปลายล่างของกระดูก femur ซึ่งต่อกับกระดูก tibia
2. Epicondyle คือ ปุ่มกระดูก เช่น ที่ปลายล่างของกระดูกแขนท่อนบนมี 2 ปุ่ม ปุ่มในเรียกว่า medial epicondyle ปุ่มนอกเรียกว่า lateral epicondyle
3. Head หมายถึง ส่วนยื่นที่โตออกจากส่วนที่คอดซึ่งเรียกว่า neck เช่น ส่วนปลายบนของกระดูก femur ซึ่งต่อไปจาก neck
4. Groove เป็นร่องตื้น ๆ แต่ยาวที่กระดูก
5. Tubercle หมายถึง ปุ่มขนาดเล็กและมน เช่น greater tubercle ที่ปลายบนของกระดูก humerus
6. Crest (ridge) หมายถึง ส่วนยื่นที่เป็นสัน เช่น ที่ขอบบนของกระดูก ilium



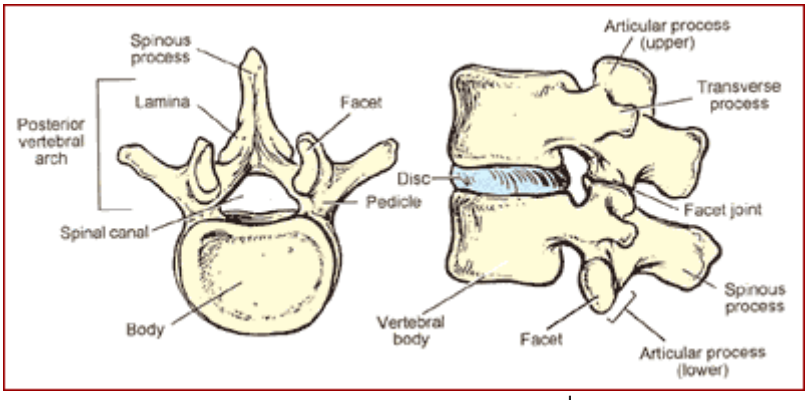


7. Process หมายถึง ส่วนที่ยื่นออกมาชัดเจน เช่น coracoid process ของกระดูก scapula

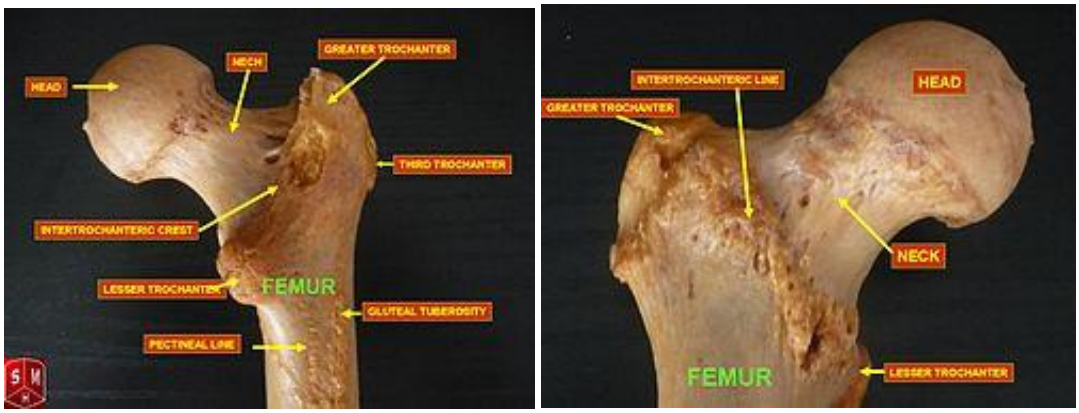


8. Fossa เป็นแอ่งลึก หรือตื้นบนกระดูก เช่น supraspinous fossa ที่กระดูก scapula

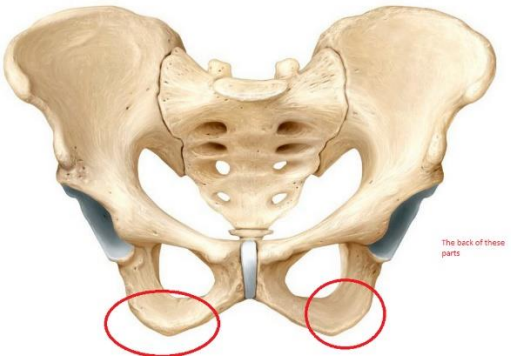
9. Spine หมายถึง ส่วนยื่นที่เป็นสันบาง เช่น spine ของกระดูกสันหลัง

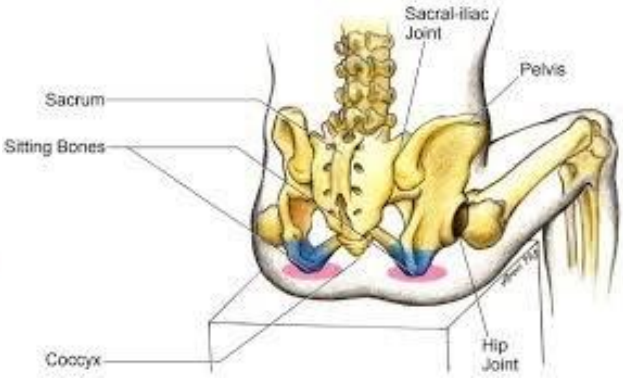


10. Trochanter หมายถึง ปุ่มนูนขนาดใหญ่ เช่น ปุ่ม 2 อัน ที่ปลายบนของกระดูก femur

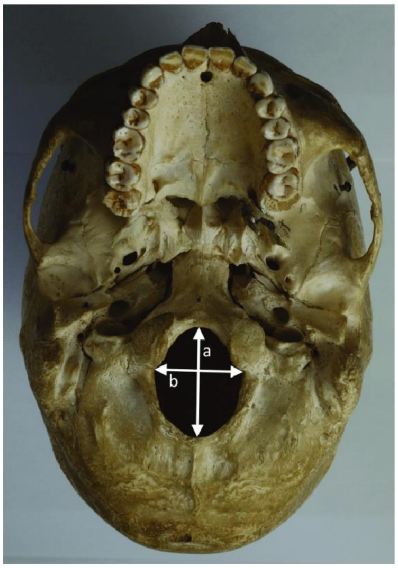


11. Tuberosity หมายถึง ปุ่มนูนขนาดใหญ่ซึ่งขรุขระ เช่น ที่กระดูก Ischium เป็นส่วนหนึ่งของกระดูกสะโพก ซึ่งจะต้องรับน้ำหนักของร่างกายเวลานั่ง

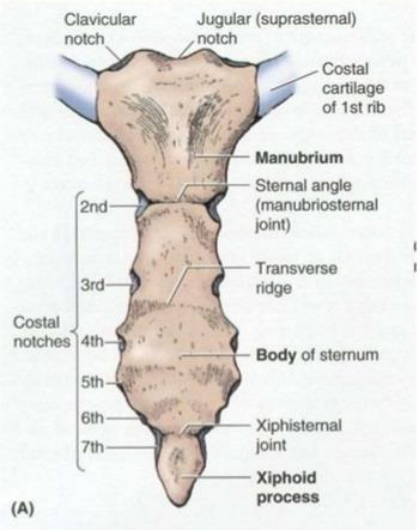




12. Foramen หมายถึง รูซึ่งอยู่ที่กระดูก เช่น foramen magnum ที่ occipital bone เป็นทางผ่านของ spinal cord
13. Sinus เป็นโพรงอากาศที่อยู่ในกระดูก เช่น ที่พบในกระดูก maxilla
14. Meatus เป็นช่องทางคล้ายท่อที่กระดูก เช่น external auditory meatus (ช่องหูชั้นนอก) ของกระดูกกะโหลกศีรษะ
15. Acetabulum คือ รอยเว้าเป็นเบ้ากลม พบเพียงแห่งเดียวที่กระดูกสะโพก

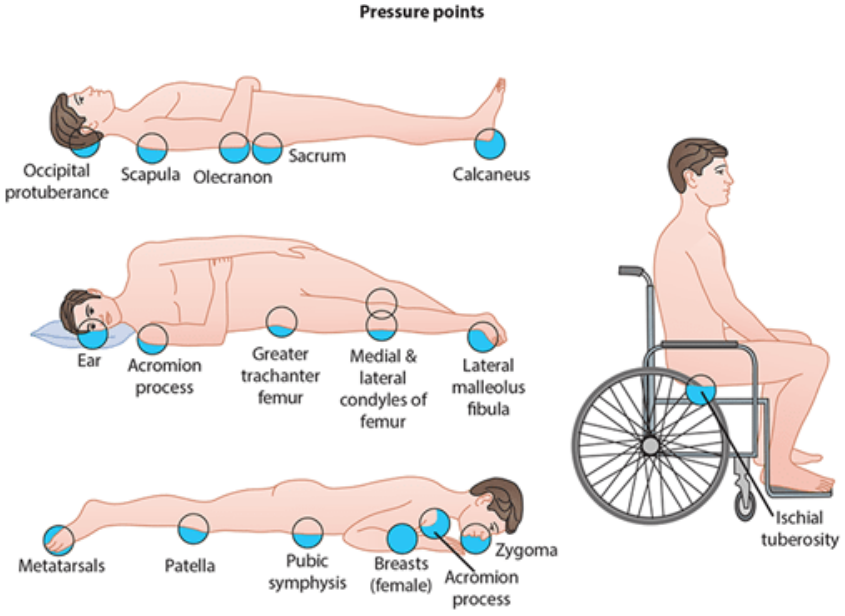


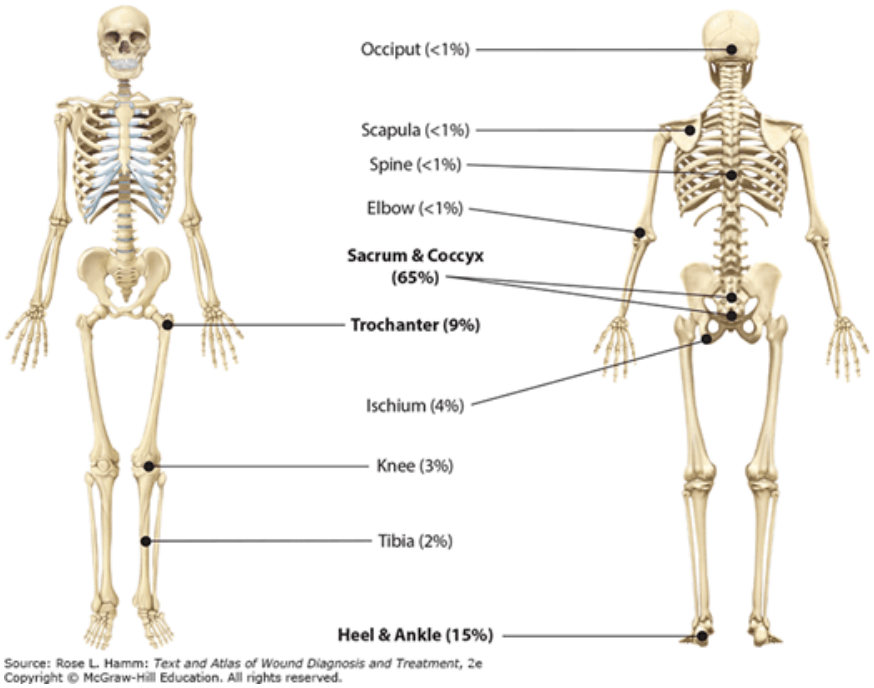
16. Malleolus คือ ตาตุ่มที่ข้อเท้า ที่เกิดจากปุ่มที่ปลายล่างของกระดูกแข้ง (tibia) เรียกว่า medial malleolus และปุ่มที่ปลายกระดูกน่อง (fibular) เรียกว่า lateral malleolus



17. Notch คือ รอยเว้าเข้าไปในกระดูกหรือสันกระดูก ทำหน้าที่รองรับกระดูกที่จะมาต่อเป็นข้อต่อ เช่น jugular notch

ปุ่มต่าง ๆ ของกระดูกที่สัมพันธ์กับผิวหนัง มีความสำคัญกับผู้ป่วยที่นอนอยู่บนเตียงนาน ๆ เช่น ผู้ป่วยที่เป็นอัมพาต ผู้ป่วยเหล่านี้หากนอนในท่าเดิมนาน ๆ จะทำเกิดแผลกดทับ (pressure sore) ที่เกิดจากปุ่มกระดูกกดกับที่นอน แผลกดทับนี้หากเกิดขึ้นแล้วยากต่อการรักษา และกระทบต่อการดำเนินชีวิตของผู้ป่วย และอาจเป็นแล่งที่ทำให้เกิดการติดเชื้อที่รุนแรงได้ ดังนั้นการดูแลผู้ป่วยเหล่านี้ ควรมีการเปลี่ยนท่านอนบ่อย ๆ การนวดบริเวณปุ่มกระดูกเพื่อกระตุ้นการไหลเวียนเลือดเป็นเรื่องสำคัญที่ผู้ดูแลควรกระทำ





Source: Rose L. Hamm: *Text and Atlas of Wound Diagnosis and Treatment*, 2e
Copyright © McGraw-Hill Education. All rights reserved.

ข้อต่อ (Articulation or Joint)

ข้อต่อเกิดจากการต่อกันของกระดูกเพื่อให้ร่างกายสามารถมีการเคลื่อนไหว อย่างไรก็ตามข้อต่อแต่ละชนิดมีการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกันขึ้นกับการทำงาน และความเหมาะสมในการทำหน้าที่ของมัน วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับข้อต่อเรียกว่า Arthrology เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับข้อต่าง ๆ ทั้งโครงสร้าง การแบ่งชนิด หน้าที่ และความผิดปกติ ส่วนวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย เรียกว่า kinesiology เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับทิศทางการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของร่างกาย

ข้อต่อนอกจากจะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกายแล้ว ยังทำหน้าที่ยึดกระดูกบริเวณข้อไว้ด้วยกัน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ป้องกันอวัยวะที่อยู่ภายใน เช่น ข้อต่อ ของกะโหลกศีรษะที่ปกป้องสมองไว้ เป็นต้น

การแบ่งชนิดของข้อต่อ

มีการแบ่งชนิดของข้อต่อออกตามโครงสร้าง และหน้าที่ ซึ่งการแบ่งตามโครางสร้างนั้นแบ่งตามชนิดของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มายึดกระดูกแต่ละชิ้นไว้ด้วยกัน ทำสามารถแบ่งข้อต่อโดยวิธีนี้ออกได้เป็นชนิด fibrous , cartilaginous และ synovial joint ส่วนการแบ่งตามหน้าที่นั้นมักดูตามความสามารถในการเคลื่อนไหวว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวไม่ได้ เรียกว่า synarthroses ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้เล็กน้อย เรียกว่า amphiarthroses และข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี เรียกว่า diarthroses โดยสังเกตได้ว่าข้อต่อที่อยู่ในแกนกลางของร่างกายมักมีการเคลื่อนไหวไม่ได้หรือเคลื่อนไหวได้น้อยมาก ส่วนข้อต่อที่อยู่ตามกระดูกรยางค์ต่าง ๆ จะมีการเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี

Fibrous Joint

ข้อต่อชนิดนี้ไม่มีช่องว่างอยู่ภายในข้อ แต่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีลักษณะเป็นพังผืดยึดระหว่างกระดูกไว้อย่างแน่นหนา ข้อต่อชนิดนี้แทบจะเคลื่อนไหวไม่ได้เลย อย่างไรก็ตามพบว่าความสามารถในการเคลื่อนไหวของข้อต่อชนิดนี้ขึ้นกับความยาวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ยึด ถ้าเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ยึดมีความยาวมากจะทำให้การเคลื่อนไหวมีมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการแบ่ง fibrous joint ออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ suture , syndesmoses และ gomphoses

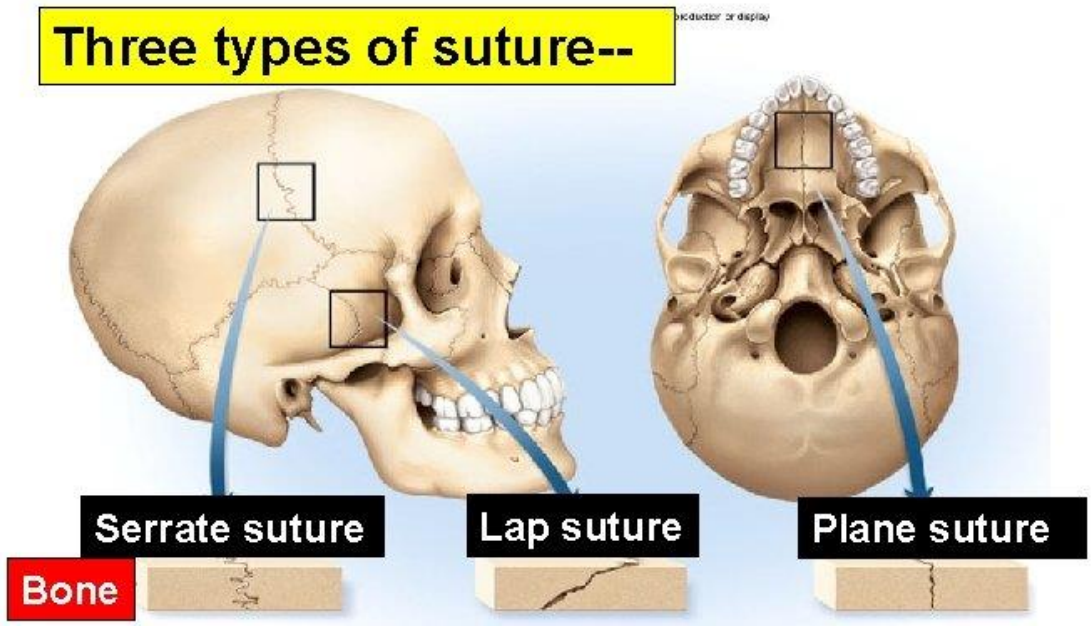
1. Suture

ข้อต่อชนิดนี้พบได้ที่กะโหลอกศีรษะเท่านั้น โดยเกิดจากการจรดกันของกะโหลกศีรษะแต่ละชิ้นมาประสานกันคล้ายฟันปลา และยังมีเยื่อพังผืดที่มีลักษณะเหนียว และแข็งแรงยึดระหว่างกระดูกไว้ด้วยกันอีกด้วย พบว่าในขณะที่เป็นทารกนั้น กะโหลกศีรษะแต่ละชิ้นยังคงไม่เชื่อมต่อกันสนิท แต่เมื่อโตเป็นผู้ใหญ่จึงเชื่อมต่อกันสนิทจนคล้ายเป็นชิ้นเดียวกัน พบว่าข้อต่อชนิดนี้ไม่มีการเคลื่อนไหว ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายให้แก่สมองที่อยู่ภายใน อย่างไรก็ตามมีการแบ่งลักษณะของ suture ออกได้หลายแบบโดยแบ่งตามลักษณะขงอกระดูกที่มาประสานกันได้ดังนี้

1.1 Serrated suture ลักษณะคือ มีกระดูกมาประสานกันคล้ายฟันเลื่อย และสวมกันได้พอดี พบว่า suture ชนิดนี้มีมากที่สุดในจำนวนของ suture ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น รอยต่อระหว่างกระดูก parietal bone ทั้งสองข้าง เป็นต้น

1.2 Lap (Squamous) suture มีลักษณะที่กระดูกชิ้นหนึ่งเกยทับเลยไปบนกระดูกอีกชิ้นหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น รอยต่อระหว่างกระดูก temporal และ parietal เป็นต้น

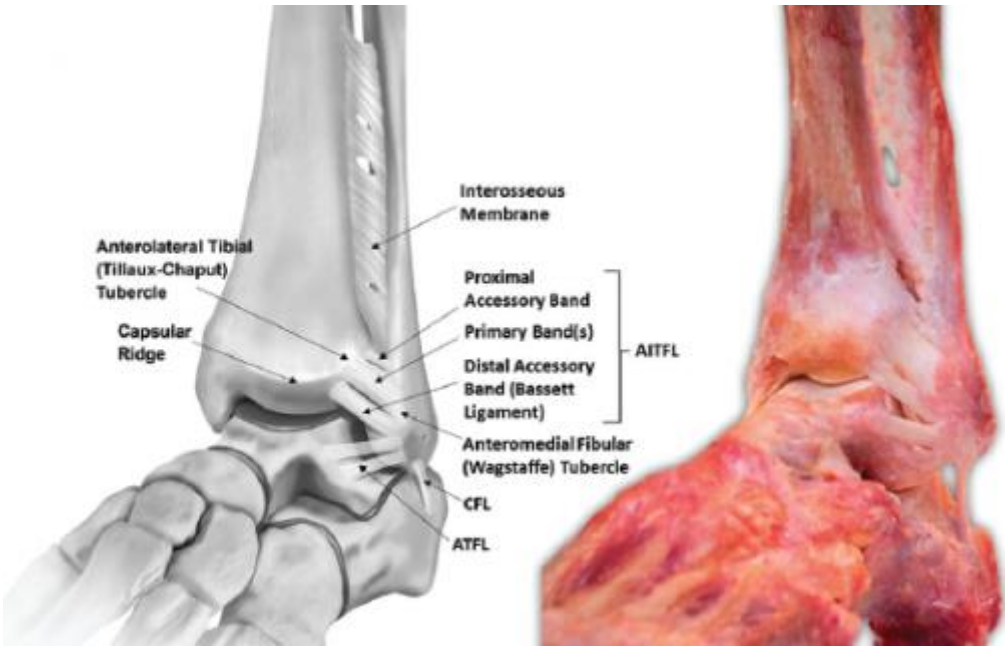
1.3 Plane (Butt) suture รอยต่อชนิดนี้มีขอบของกระดูกที่มาต่อกันค่อนข้างเรียบ ยกตัวอย่างเช่น รอยต่อระหว่างกระดูก maxilla ทั้งสองข้างที่มาเชื่อมต่อกัน เกิดเป็นเพดานแข็ง (hard palate) เป็นต้น



1.4 Synostosis เป็นข้อต่อที่มีลักษณะของการเกิดเป็นแผ่นพังผืดก่อน จากนั้นจึงมีการสะสมของแคลเซียมจนกลายเป็นกระดูก ยกตัวอย่างเช่น รอยต่อระหว่างกระดูก frontal ทั้งสองข้าง เป็นต้น

2. Syndesmoses

ข้อต่อชนิด syndesmoses มีลักษณะที่รอยต่อระหว่างกระดูกทั้งสองถูกยึดไว้ด้วยพังผืด (พังผืดที่มีลักษณะกลม เรียกว่า ligament และที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางเรียกว่า interosseous membrane) โดยพังผืดดังกล่าวมีลักษณะที่ยาวกว่าพังผืดของข้อต่อชนิด suture ข้อต่อชนิดนี้มีการเคลื่อนไหวได้บ้างจึงจัดเป็นข้อต่อชนิด amphiarthroses ตัวอย่างของข้อต่อชนิดนี้ ได้แก่ ข้อต่อระหว่างส่วนล่างของกระดูก tibia กับ fibula (tibiofibular joint) และข้อต่อระหว่างกระดูก radius กับ ulna (เชื่อมต่อกันด้วย interosseous membrane ซึ่งอยู่ตลอดตามแนวยาวของกระดูกทั้งสอง) เป็นต้น



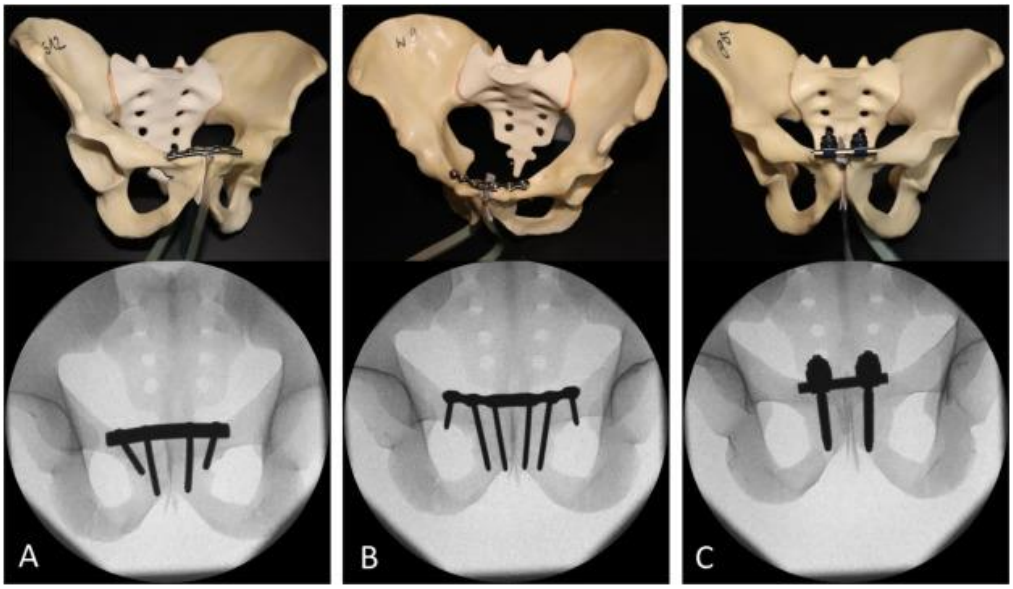
3. Gomphoses

ข้อต่อชนิดนี้จัดเป็นชนิดหนึ่งของ fibrous joint มีลักษณะเป็นเดือยฝังลงไปในเบ้า ตัวอย่างของข้อชนิดนี้ เช่น ฟัน เป็นต้น โดยส่วนของรากฟันฝังอยู่ภายในเบ้า เรียกว่า alveolar socket และเชื่อมติดกันด้วยพังผืดชนิด fibrous เรียกว่า periodontal ligament ข้อต่อชนิดนี้มีการเคลื่อนไหวได้น้อยมาก

Cartilaginous Joint

ข้อต่อชนิดนี้ ไม่มีช่องว่างภายในข้อต่อ โดยกระดูกที่มาเกิดเป็นข้อต่อนั้นมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เป็นกระดูกอ่อนยึดไว้ด้วยกัน ข้อต่อชนิดนี้เคลื่อนไหวได้บ้างเล็กน้อยจึงจัดเป็นข้อชนิด amphiarthroses อย่างไรก็ตามพบว่าสามารถแบ่งข้อต่อชนิดนี้ออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ synchondroses และ symphyses

1. Synchondroses ข้อต่อชนิดนี้มีกระดูกถูกเชื่อมกันไว้ด้วยแผ่นของ hyaline cartilage เพื่อช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในขณะที่มีการเคลื่อนไหว ดังนั้นจึงทำให้ข้อต่อชนิดนี้มีการเคลื่อนไหวได้บ้าง ยกตัวอย่างเช่น บริเวณ epiphyseal plate ของกระดูกยาวในเด็ก (สามารถเห็นได้จากภาพถ่ายรังสี) อย่างไรก็ตามบริเวณนี้จะถูกแทนที่ด้วยกระดูกแข็งเมื่อเติบโตเต็มที่ (กลายเป็นข้อต่อชนิด synostoses) ส่วนบริเวณอื่นที่พบ ได้แก่ ข้อต่อระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 1 กับกระดูก manubrium
2. Symphyses ข้อต่อชนิดนี้มีโครงสร้างที่ยึดระหว่างข้อต่อเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิด fibrocartilage ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่น และทำให้ข้อต่อมีการเคลื่อนไหวอย่างจำกัด ยกตัวอย่างเช่น ข้อต่อระหว่างกระดูกสะโพกทั้งสองข้างซึ่งมาจรดกันทางด้านหน้าเรียกว่า symphysis pubis นอกจากนี้ยังพบที่ข้อต่อระหว่างกระดูกสันหลังโดยมีแผ่นกระดูกอ่อนแทรกอยู่ เรียกว่า intervertebral disc อย่างไรก็ตามข้อต่อชนิดนี้มีความแข็งแรงและยืดหยุ่นได้เป็นอย่างดี



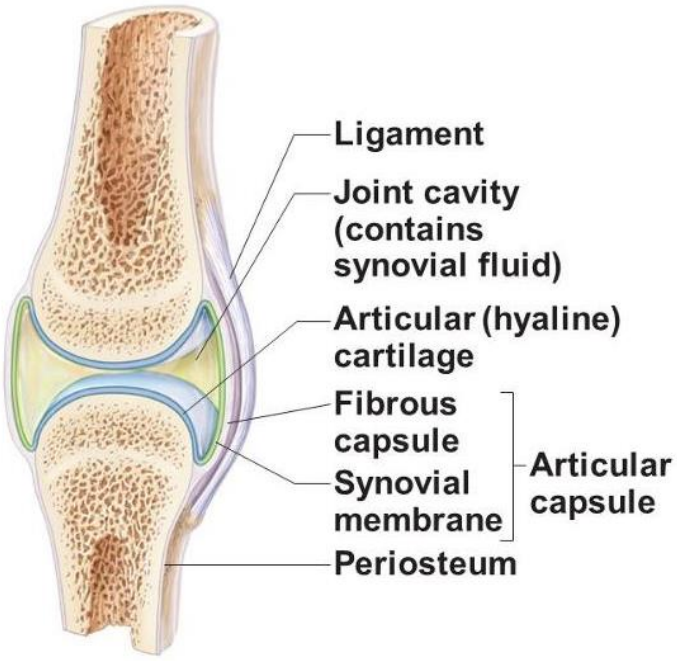
Synovial Joint

ข้อต่อชนิด synovial มีการเคลื่อนไหวได้ดีมาก จึงจัดเป็นข้อต่อชนิด diarthroses พบได้ทั่วไปในร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของรยางค์ต่าง ๆ ข้อต่อชนิดนี้มีช่องว่างอยู่ภายในและมีมุมของการเคลื่อนไหวค่อนข้างมาก นอกจากนี้ยังมีลักษณะที่ค่อนข้างซับซ้อนกว่าชนิดอื่น ๆ มุมที่เคลื่อนไหวของข้อต่อแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับโครงสร้างที่มาเสริมความแข็งแรงให้กับข้อต่อนั้น ๆ เช่น โครงสร้างของกระดูกที่มาเกิดเป็นข้อต่อ ลักษณะของพังผืด เส้นเอ็น และปลอกหุ้มข้อต่อ (joint capsule) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับจำนวน ขนาด และลักษณะของกล้ามเนื้อที่มายึดบริเวณข้อต่อนั้นอีกด้วย

โครงสร้างโดยทั่วไปของ synovial joint ประกอบด้วย

Articular cartilage

- Joint (synovial) cavity
- Articular capsule
- Synovial membrane
- Synovial fluid
- Reinforcing ligament

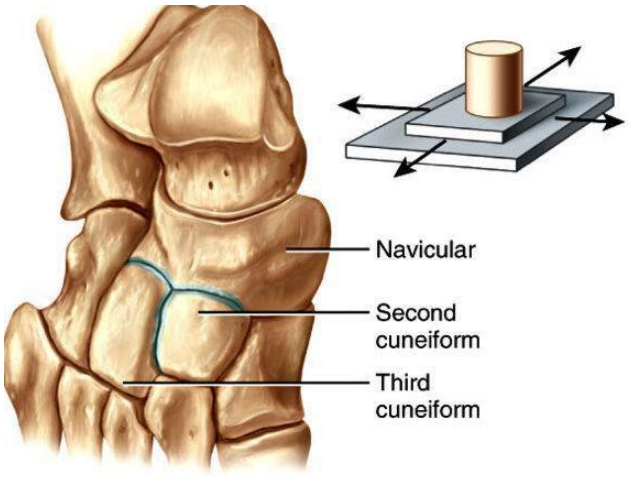


พบว่ากระดูกอ่อนผิวข้อ หรือ articular cartilage เป็นชนิด hyaline cartilage มีลักษณะเรียบและปกคลุมอยู่ที่ปลายของกระดูกที่มาเกิดเป็นข้อต่อ (เพื่อป้องกันการเสียดสี และแรงกระแทก) ภายใน synovial joint มีลักษณะเป็นช่องว่างเรียกว่า joint (synovial) cavity ซึ่งบรรจุไว้ด้วยของเหลวเหนียวใส เรียกว่า synovial fluid เพื่อช่วยในการหล่อลื่นภายใน ช่องว่างดังกล่าวยังถูกปกคลุมไว้ด้วยพังผืดเหนียว และหนา เรียกว่า articular capsule หรือ fibrous capsule ที่ต่อเนื่องไปกับเยื่อหุ้มกระดูก (periostea) พบว่าชั้นในของ articular capsule ถูกบุไว้ด้วยพังผืดบาง ๆ เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหลวม (loose connective tissue) เรียกว่า synovial membrane

นอกจากโครงสร้างดังกล่าวแล้วพบว่า synovial joint ยังมีเส้นเอ็นมาเสริมความแข็งแรงอีกด้วย โดยมีทั้งที่เสริมภายนอกข้อต่อ เรียกว่า extracapsular ligament และที่เสริมอยู่ภายในข้อต่อเรียกว่า intracapsular ligament นอกจากนี้พบว่าบางข้อต่อ เช่น ข้อเข่า และข้อสะโพก ประกอบไปด้วยแผ่นไขมัน (fatty pad) ฝังอยู่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกัน และรองรับการกระแทกในขณะที่มีการเคลื่อนไหว โดยไขมันมักฝังตัวอยู่ระหว่าง fibrous capsule และ synovial membrane ส่วนบางข้อต่อ เช่น ข้อเข่า จะมีแผ่นของ fibrocartilage อยู่ที่ผิวของกระดูกบริเวณข้อต่อ เรียกว่า articular disc หรือ menisci และยังสามารถพบแผ่นพังผืดที่มีลักษณะเป็นถุงฝังตัวอยู่ใต้เส้นเอ็น ผิวหนัง กล้ามเนื้อ และเอ็นกล้ามเนื้อ เรียกถุงนี้ว่า bursa ส่วนถุงที่หุ้มเส้นเอ็นกล้ามเนื้อ เรียกว่า tendon sheath (ถุงหุ้มดังกล่าวทำหน้าที่ในการลดแรงเสียดทานระหว่างเอ็นกล้ามเนื้อและกระดูกในขณะที่มีการเคลื่อนไหว)

Synovial Joint **แบ่งได้เป็น 6 ชนิด** ตามโครงสร้างและลักษณะของการเคลื่อนไหว ได้แก่

1. Gliding Joint

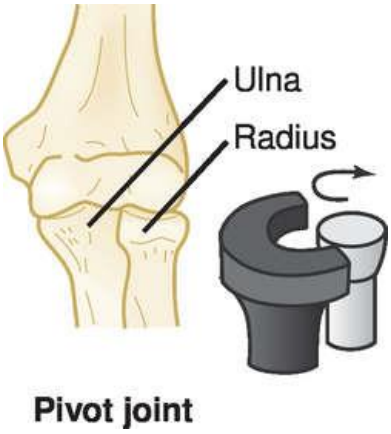


ข้อต่อชนิดนี้มีทิศการเคลื่อนไหวแบบเลื่อนไถล โดยมีทั้งเลื่อนไปด้านข้าง และเลื่อนไปแนวหน้า หลัง โดยมีการหมุน ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ข้อต่อนี้มีความซับซ้อนไม่มากนัก ผิวของกระดูกที่เกิดเป็นข้อต่อมีลักษณะค่อนข้างเรียบหรืออาจมีความโค้งนูนและเว้า ได้เพียงเล็กน้อย ตัวอย่างของข้อต่อชนิดนี้ ได้แก่ ข้อต่อระหว่างกระดูกข้อมือ (intercarpal joint) ข้อเท้า (intertarsal joint) ข้อต่อระหว่างกระดูกไหปลาร้าและกระดูกกลางอก (sternoclavicular joint) นอกจากนี้ยังพบที่ข้อต่อระหว่าง articular processes ของกระดูกสันหลังอีกด้วย

2. Hinge Joint

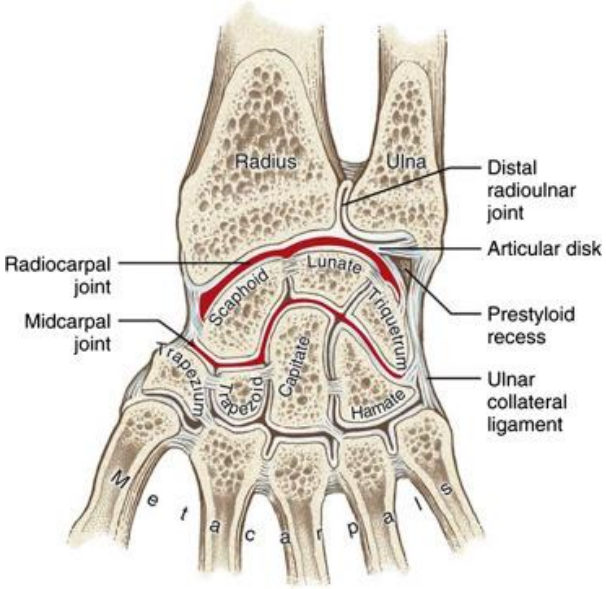
ข้อต่อชนิดนี้ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในแนวเดียวเท่านั้น โดยเทียบได้กับบานพับของประตู พบว่าผิวหน้าของกระดูกที่มาเกิดเป็นข้อต่อนั้นชิ้นหนึ่งจะมีลักษณะเว้า อีกชิ้นหนึ่งจะนูนอย่างเด่นชัด โดยกระดูกทั้งคู่จะสวมกันได้พอดี ตัวอย่างเช่น ข้อเข่า (knee joint) ข้อศอก (elbow joint) ข้อต่อบริเวณนิ้วมือ นิ้วเท้า (interphalangeal joints) เป็นต้น

3. Pivot Joint



ข้อต่อชนิดนี้มีการเคลื่อนไวเฉพาะการหมุน (rotation) เท่านั้น โดยผิวที่เกิดเป็นข้อต่อของกระดูกชิ้นหนึ่งมีลักษณะคล้ายกรวย หรือลักษณะกลมมนสวมได้พอดีกับรอยเว้าของกระดูกอีกชิ้นหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ข้อต่อที่ส่วนบนของกระดูก radius และ ulna (radioulnar joint) นอกจากนี้ยังพบที่ข้อต่อระหว่างกระดูก atlas และ axis ที่ทำให้สามารถหมุนคอไปมาได้

4. Condyloid (Ellipsoid)



ข้อต่อชนิดนี้มีผิวของกระดูกชิ้นหนึ่งลักษณะเป็นรูปไข่ และสวมเข้ากับแอ่งรูปไข่ของกระดูกอีกชิ้นหนึ่งได้พอดี ทำให้การเคลื่อนไหวมีลักษณะเป็นมุมเกิดขึ้น ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ทั้งการงอ เหยียด กาง หุบ และควง ได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างเช่น ข้อต่อระหว่างกระดูก radius กับกระดูกข้อมือ (radiocarpal joint) เป็นต้น

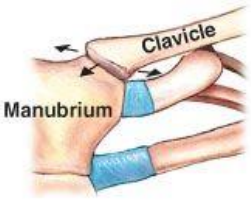
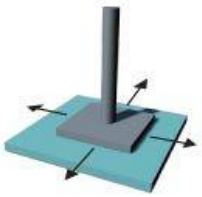
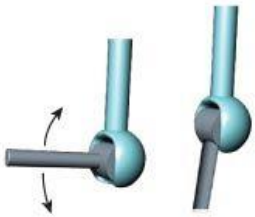
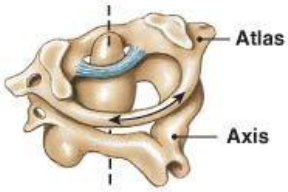
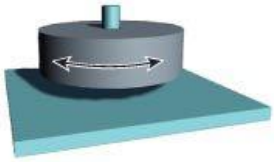
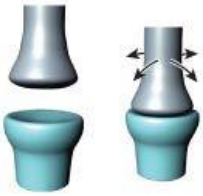
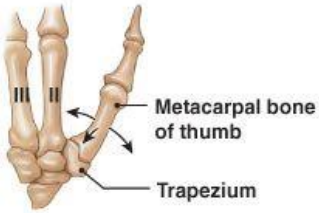
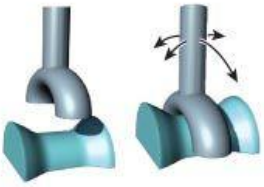
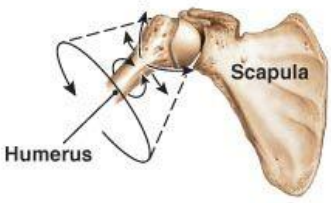
5. Saddle joint

ข้อต่อชนิดนี้มีลักษณะคล้ายชนิด condyloid แต่มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระมากกว่า โดยผิวหน้าที่มาเกิดเป็นข้อต่อนั้นมีทั้งลักษณะทั้งนูน (convex) และเว้า (concave) จึงทำให้มองดูคล้ายอานม้า (saddle) ตัวอย่างเช่น ข้อต่อระหว่างกระดูกข้อมือ และกระดูกฝ่ามือของนิ้วโป้ง เป็นต้น

6. Ball and Socket Joint

ข้อต่อชนิดนี้มีผิวหน้าของกระดูกชิ้นหนึ่งลักษณะเป็นหัวกลม และไปสวมเข้ากับกระดูกอีกชิ้นหนึ่งที่มีลักษณะเป็นเบ้ากลม มันจึงมีการเคลื่อนไหวได้ดีมาก และค่อนข้างอิสระ ตัวอย่างของข้อต่อชนิดนี้ ได้แก่ ข้อไหล่ และข้อสะโพก เป็นต้น

The anatomical types of synovial joints, with joint models and examples

Types of Synovial Joints	Models of Joint Motion	Examples
Gliding joint 		• Acromioclavicular and sternoclavicular joints • Intercarpal and intertarsal joints • Vertebrocostal joints • Sacro-iliac joints
Hinge joint		• Elbow joints • Knee joints • Ankle joints • Interphalangeal joints
Pivot joint 		• Atlas/axis • Proximal radio-ulnar joints
Ellipsoid joint		• Radiocarpal joints • Metacarpophalangeal joints 2–5 • Metatarsophalangeal joints
Saddle joint 		• First carpometacarpal joints
Ball-and-socket joint 		• Shoulder joints • Hip joints

สรุปหัวข้อศึกษาบทที่ 4 ตอนที่ 1 ระบบกระดูก

ระบบกระดูก และข้อต่อ หรือระบบโครงร่างของร่างกาย ประกอบไปด้วย

กระดูกอ่อน (Cartilages)

กระดูกแข็ง (bone)

ข้อต่อ (joint) และเอ็นยึดข้อต่อ (ligament)

หน้าที่ของกระดูก

1. เป็นโครงสร้างของร่างกายให้คงรูปอยู่ได้ (organs of support)
2. เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ และเอ็นต่าง ๆ เพื่อทำเป็นคาน ส่งผลทำให้เกิดการเคลื่อนไหว เมื่อกล้ามเนื้อหดตัว
3. ป้องกันอวัยวะที่สำคัญ ซึ่งอยู่ภายในร่างกายไม่ให้เป็นอันตราย เช่น กะโหลกหุ้มสมอง กระดูกซี่โครงหุ้มปอด และหัวใจ เป็นต้น
4. ภายในกระดูกมีไขกระดูก (bone marrow) ทำหน้าที่ผลิตเม็ดเลือดต่าง ๆ
5. เป็นแหล่งสะสมแร่ธาตุ เช่น แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุอื่น ๆ

กระดูกอ่อน

กระดูกอ่อน มี 3 ชนิด ได้แก่

1. Hyaline cartilage
2. Elastic cartilage
3. Fibrocartilage

กระดูก (Bone)

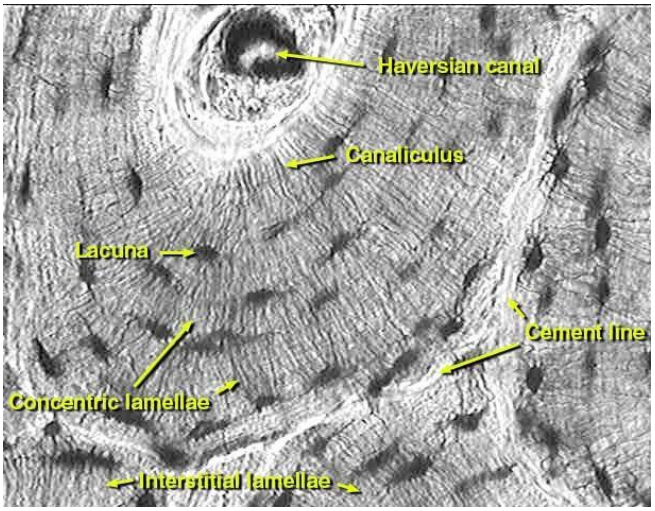
ชนิดของกระดูก

1. กระดูกยาว (long bone)
2. กระดูกสั้น (short bone)
3. กระดูกแบน (flat bones)
4. กระดูกรูปร่างแปลก (irregular bones)

ลักษณะทางจุลกายวิภาคศาสตร์

Cancellous (spongy) bone

Compact bone



เซลล์ของกระดูก

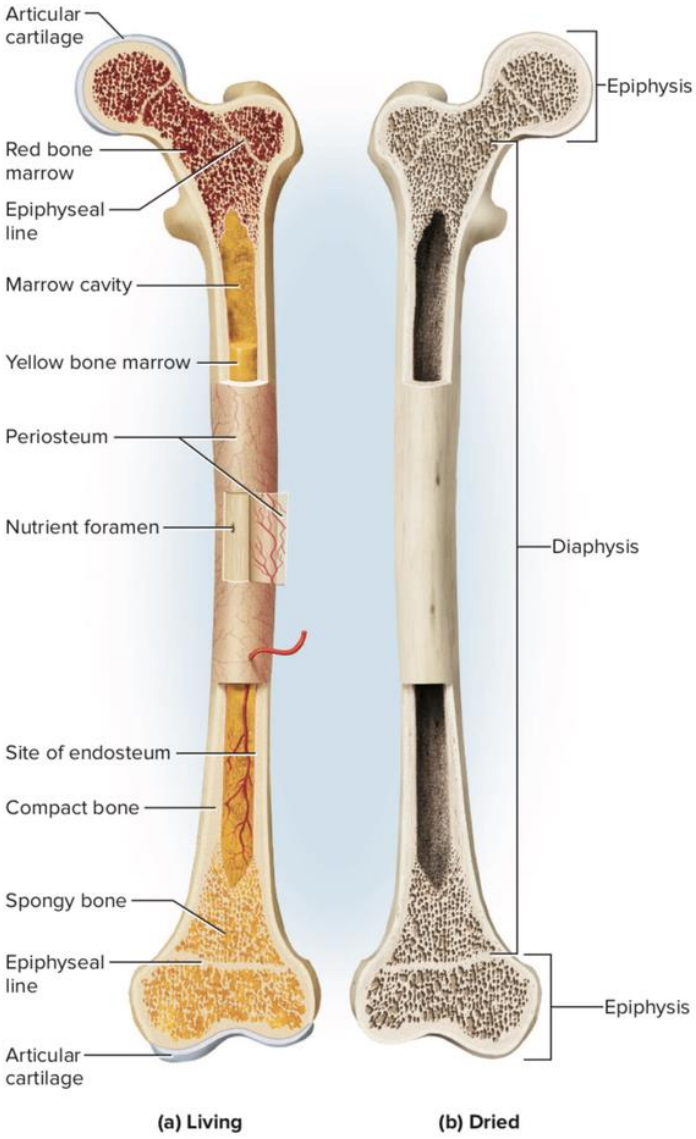
1. Osteoprogenitor cell
2. Osteoblast
3. Osteocyte
4. Osteoclast

การเจริญ และพัฒนาของกระดูก

1. Intramembranous ossification
2. Endochondral ossification
   - *primary ossification*
   - *secondary ossification*

ลักษณะทางมหกายวิภาคศาสตร์

- shaft (diaphysis)
- epiphysis
- Periosteum



คำที่ใช้อธิบายส่วนต่าง ๆ ของกระดูก (Descriptive terms)

ข้อต่อ (Articulation or Joint)

Fibrous Joint

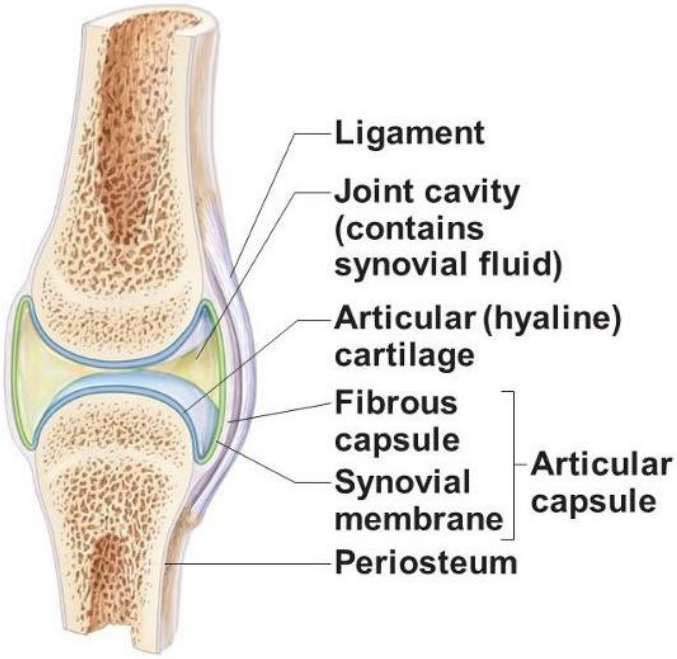
1. Suture
2. Syndesmoses
3. Gomphoses

Cartilaginous Joint

1. Synchondroses
2. Symphyses

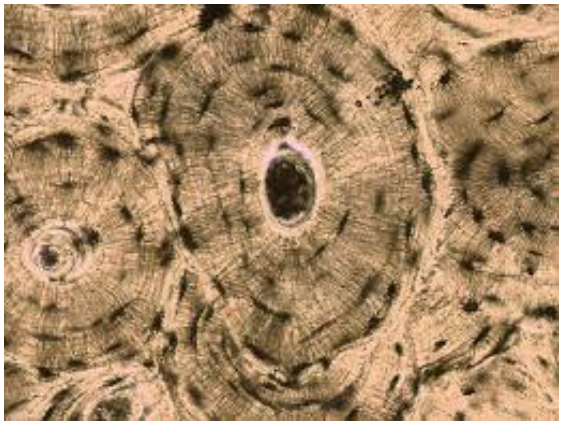
Synovial Joint

1. Gliding Joint
2. Hinge Joint
3. Pivot Joint
4. Condyloid
5. Saddle joint
6. Ball and Socket Joint



การบ้านทบทวนความเข้าใจ

1. ระบบกระดูก และข้อ หรือระบบโครงสร้าง มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ
   ก. กระดูกแข็ง
   ข. กระดูกอ่อน
   ค. ข้อต่อ
   ง. ถูกทุกข้อ
2. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของกระดูก
   ก. ผลิตเม็ดเลือด
   ข. ผลิตแคลเซียม
   ค. ทำให้เคลื่อนที่ได้
   ง. ป้องกันอวัยวะสำคัญ
3. ผิวข้อเข่า เป็นกระดูกอ่อนชนิดใด
   ก. Hyaline cartilage
   ข. elastic cartilage
   ค. fibrocartilage
   ง. ถูกทุกข้อ
4. หมอนรองกระดูกข้อเข่า (meniscus) เป็นกระดูกอ่อนชนิดใด
   ก. Hyaline cartilage
   ข. elastic cartilage
   ค. fibrocartilage
   ง. ถูกทุกข้อ

5.  เป็นรูปของ.....

   ก. เนื้อเยื่อกระดูกอ่อน

   ข. เนื้อเยื่อกระดูกแข็ง

   ค. เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ

   ง. เนื้อเยื่อผิวหนัง

6. Acetabulum คือ

   ก. เบ้าข้อไหล่

   ข. กระดูกข้อไหล่

   ค. เบ้าข้อสะโพก

   ง. กระดูกข้อสะโพก

7. ข้อใดเป็นข้อต่อชนิด Fibrous Joint

   ก. รอยต่อของกะโหลกศีรษะ (suture)

   ข. หมอนรองกระดูกสันหลัง (intervertebral disc)

   ค. ข้อศอก

   ง. ไม่มีข้อใดถูก

8. Synovial fluid หรือน้ำไขข้อ ถูกผลิตจาก

   ก. ผิวกระดูกอ่อน

   ข. fibrous capsule

   ค. Synovial membrane

   ง. เลือดที่มาเลี้ยงข้อ

9. ข้อต่อกระดูกหัวหน่าว (symphysis pubis) เป็นข้อต่อชนิดใด

    ก. Gliding Joint

    ข. Fibrous joint

    ค. Cartilaginous joint

    ง. Synovial joint

10. ข้อศอก เป็นข้อต่อชนิดใด

    ก. Gliding Joint

    ข. Fibrous joint

    ค. Cartilaginous joint

    ง. Synovial joint