

บทที่ 4

ระบบโครงร่าง

The skeleton system



ในสัตว์เลี้ยงระบบโครงร่างเป็นระบบที่มีส่วนทำให้เกิดเป็นรูปร่าง มีส่วนประกอบได้แก่ กระดูก (bone) กระดูกอ่อน (cartilage) และข้อต่อต่างๆ (joints) โดยมีส่วนของกล้ามเนื้อลาย และ เอ็น เป็นส่วนเชื่อมต่อหรือยึดโยงกระดูก กระดูกอ่อน และข้อต่อเข้าด้วยกัน ทำให้ร่างกายสามารถ เคลื่อนไหวได้ สำหรับวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระดูก เรียกว่า osteology ส่วนวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับ กระดูกอ่อนเรียกว่า chondrology และวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับข้อต่อต่างๆ เรียกว่า artropology

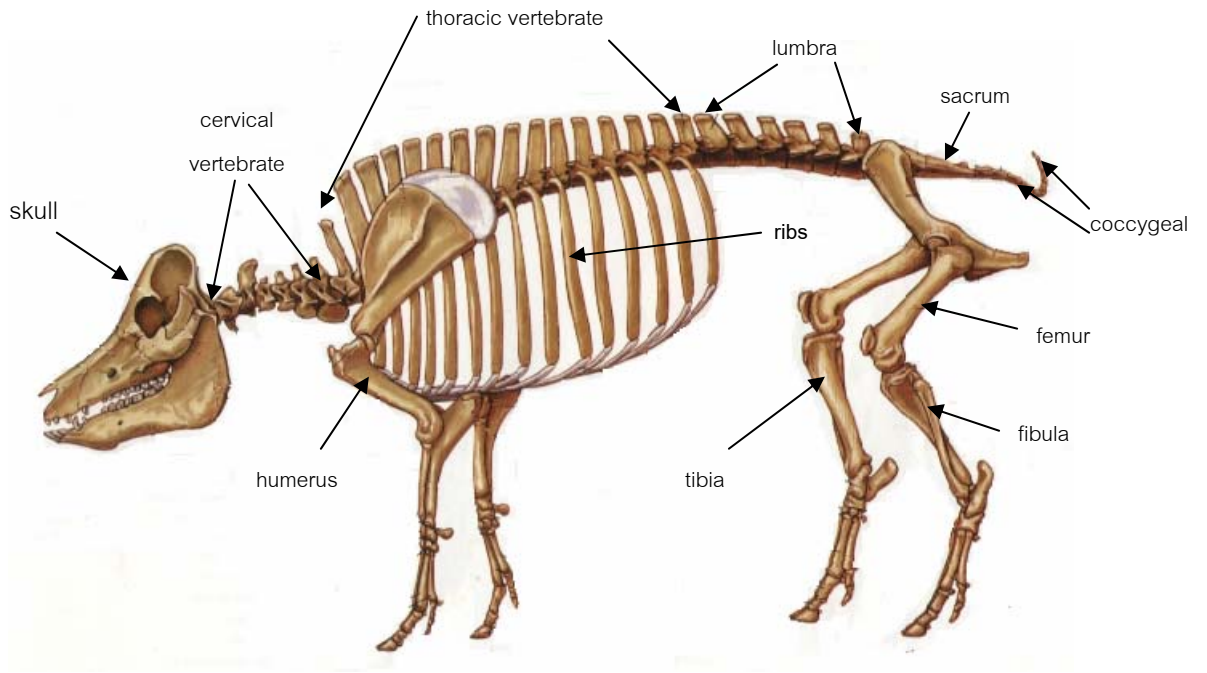
กระดูก (bone)

กระดูกเป็นส่วนประกอบของร่างกายที่มีความแข็งมากกว่าส่วนอื่นๆ ทำหน้าที่เป็นส่วน สำคัญของโครงร่างในร่างกาย และเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ กระดูกที่มารวมกันเป็นโครงร่างจะ เกิดการเคลื่อนไหวเมื่อมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ กระดูกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดพิเศษที่มีส่วนของ intercellular substance หรือสารที่เชื่อมต่อระหว่างเซลล์เป็นส่วนของแข็งที่เกิดจากการเกาะตัว กันของธาตุแคลเซียม ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของเนื้อกระดูกคือธาตุแคลเซียม ที่อยู่ในรูปของ แคลเซียมฟอสเฟตร้อยละ 85 และ แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 10 ส่วนที่เหลือเป็นสารอนินทรีย์ ที่อยู่ในรูปของแมกนีเซียม ไฮดรอกไซด์ ฟลูออไรด์และ ซัลเฟต เป็นต้น

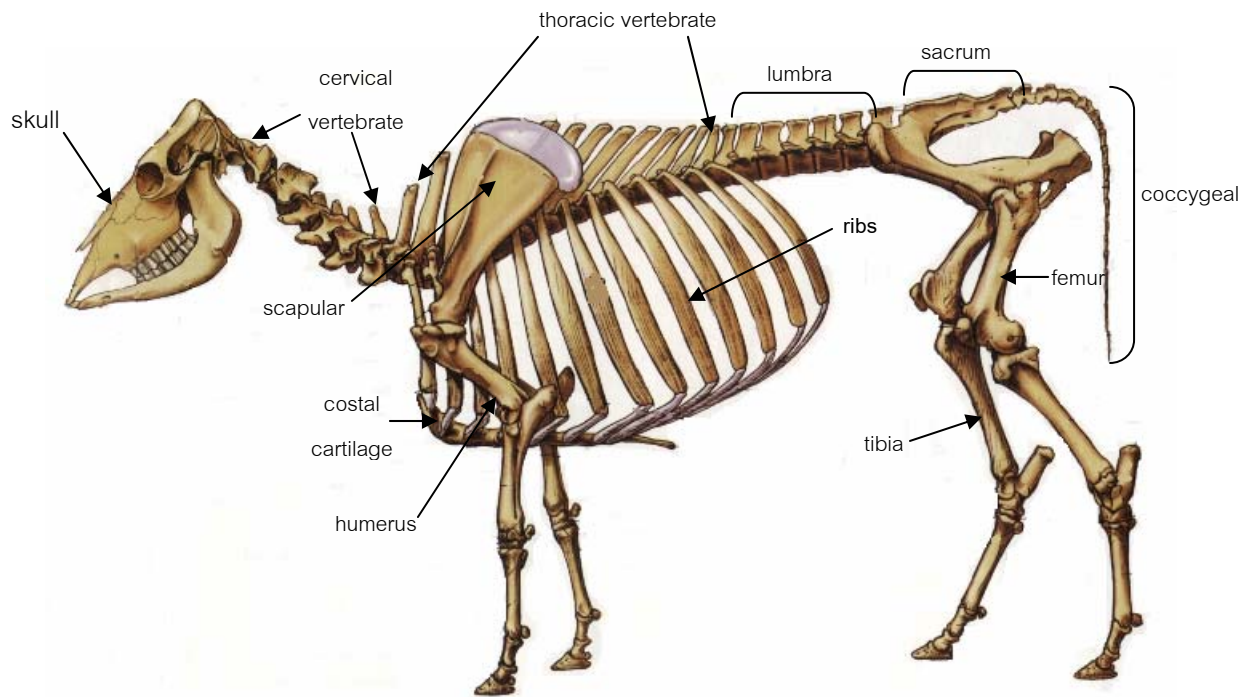


กระดูกมีหน้าที่สำคัญ คือ

- 1.เป็นแหล่งสะสมแร่ธาตุชนิดต่างๆในร่างกายเช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม โดยเฉพาะแคลเซียมที่เนื้อกระดูกสะสมไว้ สามารถจะถูกดึงออกมาใช้ประโยชน์ในขบวนการทาง ชีวิตีต่างๆที่เกิดขึ้นในร่างกายได้ตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับความต้องการของร่างกายในขณะนั้น
- 2.ห่อหุ้มและป้องกันอันตรายให้แก่อวัยวะภายในต่างๆ เช่น ส่วนของกระดูกซี่โครงจะเป็น ส่วนที่ป้องกันอวัยวะภายในช่องปอดและช่องหัวใจ
- 3.เป็นโครงร่างของร่างกาย ทำให้เห็นเป็นรูปร่างภายนอกของสัตว์
- 4.เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อลายหรือเป็นส่วนกล้ามเนื้อโครงร่าง จึงทำให้ร่างกายเกิดการ เคลื่อนไหวได้ เมื่อกกล้ามเนื้อหดตัวและคลายตัว
- 5.ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างเม็ดเลือดแดง โดยส่วนของไขกระดูกสีแดง แต่ในขณะที่สัตว์ ยังเป็นตัวอ่อนอยู่ในมดลูก แหล่งสร้างเม็ดเลือดแดงได้แก่ ตับ ม้ามและต่อมน้ำเหลือง เป็นต้น



ภาพที่ 4.1 กระดูกโครงร่างของสุนัข



ภาพที่ 4.2 กระดูกโครงร่างของโค

การแบ่งประเภทของกระดูก

ในร่างกายของสัตว์เลี้ยงสามารถแบ่งประเภทของกระดูกได้ในหลายลักษณะเช่นแบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโต แบ่งตามลักษณะความแน่นของกระดูก หรือแบ่งกระดูกออกตามรูปร่าง ลักษณะภายนอกที่ปรากฏให้เห็น

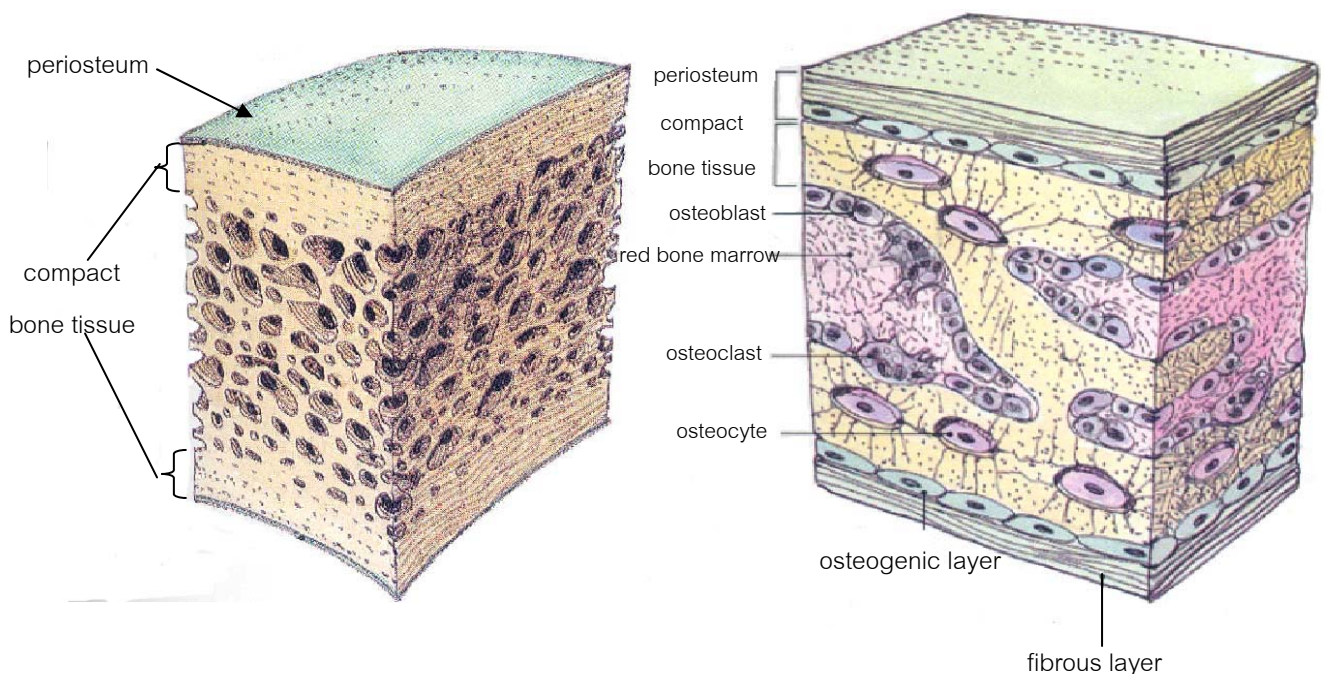
1.การแบ่งประเภทของกระดูกออกตามลักษณะการเจริญเติบโตสามารถแบ่งกระดูกออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

ก.กระดูกที่มีลักษณะการเจริญเติบโตจากเนื้อเยื่อแผ่นบางๆ (membranous bone) กระดูกประเภทนี้มีลักษณะแบน เช่นกระดูกซี่โครง (ribs) และกระดูกที่กะโหลกศีรษะ (skull) เป็นต้น

ข..กระดูกที่มีลักษณะการเจริญเติบโตมาจากกระดูกอ่อน ที่มีลักษณะเป็นแท่ง (cartelagenous bone) โดยเฉพาะส่วนกระดูกยาวที่พบตามขาทั้งสี่ข้าง เช่นกระดูก radius และ tibia หรือ femor และ humerus เป็นต้น

2.การแบ่งกระดูกออกตามลักษณะความแน่นของเนื้อกระดูก สามารถแบ่งกระดูกออกเป็น 2 ชนิดคือ

ก.กระดูกชนิดเนื้อแน่น (compact bone) เป็นกระดูกที่พบบริเวณส่วนที่เป็นตัวกระดูกในกระดูกยาว (shaft) และบริเวณขอบของกระดูกแบนและกระดูกสันเป็นต้น



ภาพที่ 4.3 กระดูกที่มีเนื้อแน่น และกระดูกที่มีเนื้อกระดูกพรุนคล้ายฟองน้ำ

ดัดแปลงจาก : Carola และคณะ, 1992

ข.กระดูกที่มีเนื้อกระดูกพรุนคล้ายฟองน้ำ มีรูพรุนและโปร่ง (spongy bone) พบตามบริเวณส่วนปลายบนและปลายล่างของกระดูกยาวและในกระดูกแบน

3.การแบ่งกระดูกตามลักษณะรูปร่างลักษณะภายนอกสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

ก.กระดูกยาว (long bone) เป็นกระดูกที่มีขนาดใหญ่ประกอบด้วยตัวกระดูก (shaft หรือ diaphysis)และมีส่วนปลายกระดูกทั้งสองข้าง (epiphysis) ในสัตว์เลี้ยงที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่จะมีการเจริญของกระดูกขยายขนาดออกไปทางด้านกว้างและด้านยาว โดยเฉพาะการเจริญตรงส่วน epiphyseal cartilage ระหว่างส่วน epiphysis และ diaphysis ของกระดูกยาวแต่ละแท่งจะมีส่วนของ metaphysis ปรากฏให้เห็น โดยในกระดูกจะมีส่วนไขกระดูกอยู่ในโครงสร้างกระดูกยาวมีหน้าที่สำคัญคือทำหน้าที่ค้ำจุนโครงร่างของร่างกาย (supporting) เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว (movement) และเป็นแหล่งยึดเกาะของกล้ามเนื้อลาย (prehension) เช่นกระดูกที่ยื่นมาจากส่วนแกนกลางของร่างกายทั้งส่วนกระดูกขาหน้า (fore limb) และกระดูกขาหลัง (hind limb) ที่กระดูกยาวจะพบเนื้อกระดูกได้ทั้งส่วนกระดูกที่มีเนื้อแน่นและส่วนเนื้อกระดูกคล้ายฟองน้ำ นอกจากนี้จะพบส่วนของโพรงกระดูก (medullary cavity) ส่วน articular surface และส่วนช่องทางที่เส้นเลือดและเส้นประสาทมาหล่อเลี้ยง (nutrient canal)

ข.กระดูกสั้น (short bone) เป็นกระดูกที่มีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมลูกเต๋า หรือเป็นกระดูกที่มีด้านเท่าๆ กันเกือบทุกด้าน ภายในเนื้อกระดูกจะไม่มีไขกระดูกปรากฏให้เห็น เนื้อกระดูกส่วนใหญ่เป็นกระดูกที่มีความแน่น โดยเฉพาะตามแนวขอบกระดูก โดยทั่วไปกระดูกสั้นทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการรองรับการกระแทกต่างๆ จึงมักพบกระดูกสั้นตามข้อเท้าของสัตว์ทั้งส่วนข้อเท้าขาหน้า (carpus หรือ knee) และข้อเท้าขาหลัง (tarsus หรือ hock)



ค.กระดูกแบน (flat bone) เป็นกระดูกที่มีลักษณะแบนประกอบด้วยแผ่นกระดูกที่มีเนื้อแน่น 2 แผ่นมาประกบกันอยู่จนเกือบชิดกัน และมีเนื้อกระดูกคล้ายฟองน้ำแทรกอยู่ระหว่างกลางหน้าที่ของกระดูกแบนเกี่ยวข้องกับการป้องกันอันตรายของอวัยวะภายในที่สำคัญต่างๆ เช่นกระดูกกะโหลกศีรษะเป็นกระดูกแบนที่ป้องกันอันตรายให้แก่สมอง และกระดูกซี่โครงมีหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่อวัยวะภายในช่องอก เป็นต้น


ง.กระดูกที่มีลักษณะคล้ายเมล็ดงา (sesamoid bone) เป็นกระดูกที่พบตามข้อต่อต่างๆ ทำหน้าที่เกี่ยวกับการลดแรงเสียดสีของข้อต่อกระดูก หรือเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงองศาของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อบางส่วนที่เกาะติดกับกระดูก เช่นกระดูกสะบ้าหัวเข่า (patella หรือ knee cap) ซึ่งเป็นกระดูกรูปร่างคล้ายเมล็ดงาที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่พบได้ในร่างกาย

จ.กระดูกที่มีโพรงอากาศ (sinus หรือ air space) อยู่ใน (pneumatic bones) เช่นกระดูก frontal bone และ maxillary bone ที่ประกอบอยู่บนกะโหลกศีรษะ

จ.กระดูกที่มีรูปร่างไม่แน่นอน (irregular bone) เป็นกระดูกที่ไม่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้ เนื่องจากมีรูปร่างไม่แน่นอน บางครั้งอาจเป็นกระดูกที่ไม่ได้มีอยู่เป็นคู่ และมักเป็นกระดูกที่มีตำแหน่งตรงแกนกลางของร่างกายหรือลำตัว เช่นกระดูกสันหลัง และกระดูกบางชิ้นของกะโหลกศีรษะที่เป็นกระดูกชิ้นเดี่ยวๆ มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันอันตรายให้กับอวัยวะภายใน และเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อลายหรือกล้ามเนื้อโครงร่าง

กระดูกโครงร่างของสัตว์เลี้ยง

 กระดูกโครงร่างในร่างกายของสัตว์เลี้ยงสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือกระดูกโครงร่างส่วนแกน (axial skeleton) กระดูกโครงร่างส่วนระยางค์ (appendicular skeleton) และ  กระดูกโครงร่างที่เจริญอยู่ในเนื้อเยื่อของอวัยวะบางแห่ง (visceral หรือ splanchnic skeleton) เป็นต้น

 1.กระดูกโครงร่างส่วนแกน หมายถึงกระดูกที่อยู่ตามแนวกลางลำตัวของร่างกาย โดยเริ่มจากส่วนกระดูกกะโหลกศีรษะ กระดูกสันหลัง และกระดูกซี่โครง เป็นต้น กระดูกโครงร่างส่วนแกนเป็นกระดูกที่เชื่อมต่อเพื่อทำหน้าที่ลำจุนให้เกิดเป็นโครงร่าง รวมทั้งป้องกันอวัยวะภายในที่สำคัญ กระดูกโครงร่างของสัตว์เลี้ยงแสดงในภาพที่

1.1กระดูกกะโหลกศีรษะ (skull) เป็นกลุ่มของกระดูกที่เป็นกระดูกแบนและกระดูกที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ กระดูกที่หุ้มสมอง (cranial bone) และกระดูกที่ประกอบเป็นส่วนของหน้า (facial bone)

ก.กระดูกที่หุ้มสมองประกอบด้วยกระดูกแบนขนาดใหญ่ 7-8 ชิ้นทั้งกระดูกที่เป็นกระดูกเดี่ยวๆ และกระดูกที่มีเป็นกลุ่มมาเชื่อมต่อกัน ทำหน้าที่ห่อหุ้มและป้องกันอันตรายแก่สมอง ประกอบด้วย occipital bone, parietal bone, interparietal bone และ temporal bone เป็นกลุ่มกระดูกที่อยู่ด้านบน ส่วน temporal bone และ sphenoid bone เป็นกระดูกที่อยู่ด้านข้างและด้านล่าง และ ethmoid bone เป็นกระดูกทางด้านหน้าที่เป็นตำแหน่งของ olfactory nerve ด้านล่างเป็นที่ผ่านทางของไขสันหลัง ประเภทของกระดูกเดี่ยวและกระดูกคู่นี้

กระดูกเดี่ยว	กระดูกคู่
occipital bone	interparietal bone
sphenoid bone	parietal bone
ethmoid bone	frontal bone (กระดูกหน้าผาก)
	temporal bone (กระดูกข้างขมับ)

ข. กระดูกที่เป็นส่วนประกอบของหน้า (facial bone) เป็นกระดูกที่เกิดจากการที่กระดูกแบนหลายๆชิ้นมาซ้อนตัวกัน ทั้งที่เป็นกระดูกแบนแบบเดี่ยวๆและกระดูกแบนแบบคู่

กระดูกเดี่ยว	กระดูกคู่
vomer bone	maxillary bone
mandible bone	incisor (premaxilla)
hyoid bone	palatine bone
	pterygoid bone
	nasal bone
	lacrimal bone
	zygomatic bone (molar)
	dorsal turbinates (conchae)
	ventral turbinates (conchae)

2.กระดูกสันหลัง (vertebrate) เป็นกระดูกที่มีรูปร่างไม่แน่นอนเรียงตัวกันเป็นสายหรือเป็นแนวแกนกลางของหลัง มีตำแหน่งอยู่ตรงกลางตัว ต่อจากกะโหลกศีรษะกระดูกสันหลังจะเรียงตัวกันเป็นทางสายไปจนจรดส่วนหาง แนวของกระดูกสันหลังสามารถแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ กระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical vertebrae), กระดูกสันหลังส่วนอก (thoracic vertebrae), กระดูกสันหลังส่วนเอว (lumbar vertebrae), กระดูกสันหลังส่วนสะโพกหรือส่วนเชิงกราน (sacral vertebrae) และ กระดูกสันหลังส่วนหาง (coccygeal vertebrae) ในสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิดจำนวนกระดูกสันหลังในแต่ละส่วนของร่างกายจะแตกต่างกันไปดังตารางที่ 4.1



ตารางที่ 4.1 จำนวนกระดูกสันหลังที่ตำแหน่งต่างๆของร่างกายสัตว์เลี้ยง

ชนิดของสัตว์	กระดูกสันหลัง
โค	C 7, T 13, L 6, S 5, Cy 18-20
ม้า	C 7, T 18, L 6, S 5, Cy 15-20
แกะ	C 7, T 13, L 6-10, S 4, Cy 16-18
แพะ	C 7, T 13, L 7, S 7, Cy 12
สุกร	C 7, T 14-15, L 6-7, S 4, Cy 20-23
ไก่	C14, T 7, LS 14, Cy 6

กระดูกสันหลังในส่วนสะโพก (เชิงกราน) มักจะหลอมรวมกันเป็นชิ้นเดียวตลอดในสัตว์ทุกชนิด (C=กระดูกสันหลังส่วนคอ, T=ส่วนอก, L=ส่วนเอว, S=ส่วนสะโพก และ Cy=ส่วนหาง)

ก.กระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical vertebrae) หรือ กระดูกคอ(neck bone) ในสัตว์เลี้ยงในฟาร์มจะมีกระดูก 7 อัน ยกเว้นในไก่มีอยู่ 14 อัน ลักษณะของกระดูกสันหลังส่วนคอจะแตกต่างจากกระดูกสันหลังส่วนอื่นๆ เนื่องจากส่วน articular process เจริญดีมาก แต่ส่วนยื่น (process) อื่นเช่น spinous process และ transverse process เจริญเติบโตน้อยมาก การที่ส่วน articular process เจริญเติบโตดี จึงทำให้กระดูกคอเป็นกระดูกที่เคลื่อนไหวได้ดีกว่ากระดูกส่วนอื่นๆ กระดูกคออันแรกที่ติดกับกะโหลกศีรษะเรียกว่า atlas ส่วนชิ้นที่สองเรียกว่า axis กระดูกทั้งสองชิ้นนี้ จะแตกต่างจากกระดูกคอส่วนอื่น เนื่องจากมีขนาดยาวกว่าและมีรูปร่างเป็นแท่งมีเหลี่ยม โดยส่วน process ทั้งสามจะไม่ยื่นยาวออกไปมากนัก แต่จะมีลักษณะเป็นแท่ง กระดูกคอชิ้นที่ 3-7 จะมีขนาดสั้นกว่ากระดูกคอชิ้นที่ 1 และ 2

ข.กระดูกสันหลังส่วนอก จะมีส่วนตัวกระดูก (bodies) ที่สั้นกว่ากระดูกส่วนอื่น และมีส่วนปลายของกระดูกซี่โครงมาเชื่อมต่อกับส่วน spinous process จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าส่วนอื่น โดยเฉพาะส่วนของ spinous process ของกระดูกสันหลังที่บริเวณไหล่ จะมีความยาวมากทำให้เกิดส่วนของโหนก (wither) ที่เป็นส่วนแสดงความสูงของสัตว์ ความยาวของ spinous process ของกระดูกสันหลังส่วนอกจะมีขนาดสั้นลงไปเรื่อยๆ จำนวนกระดูกสันหลังส่วนอกจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์

ค.กระดูกสันหลังส่วนเอว มีส่วนของ spinous process สั้น แต่มีความสูงกว่าส่วนท้ายของกระดูกสันหลังส่วนอกตอนท้ายเล็กน้อย ส่วน spinous process จะมีการเอียงไปทางข้างหน้าของลำตัว ส่วนของ transverse process จะมีขนาดใหญ่และแบน

ง.กระดูกสันหลังส่วนสะโพก (ส่วนเชิงกราน) โดยทั่วไปจะมีจำนวนกระดูกและรูปร่างที่แตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ แต่จะมีการต่อเชื่อมกันของกระดูกแต่ละชิ้นและต่อกันเป็นชิ้นใหญ่เรียกว่ากระดูกสะโพก (sacrum) ด้านหน้าของกระดูกจะต่อกับกระดูก lumbar ด้านท้ายติดต่อกับกระดูกหางชิ้นที่ 1 และมีส่วนติดกับปีกของกระดูก ileum

จ. กระดูกสันหลังส่วนหาง หรือเรียกว่ากระดูกหาง รูปร่างของกระดูกจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ ขนาดของกระดูกจะเล็กลงไปเรื่อยๆจนถึงปลายหาง

1.3กระดูกซี่โครงและกระดูกอก กระดูกซี่โครงมีตำแหน่งอยู่ระหว่างกระดูกสันหลังส่วนอก และกระดูกอก (sternum) เป็นกระดูกชนิดแบนที่มีอยู่เป็นคู่ตามจำนวนของกระดูกสันหลังส่วนอก ในสัตว์เลี้ยงบางชนิด อาจมีกระดูกซี่โครงชิ้นพิเศษอยู่ทางด้านหน้าหรือด้านหลังของกระดูกซี่โครงปกติ โดยทั่วไปกระดูกซี่โครงจะเชื่อมต่อกับกระดูกสันหลังส่วนอก ปลายอีกข้างหนึ่งของกระดูกซี่โครงจะต่อกับกระดูกอก (sternum) โดยมีกระดูกอ่อน (costal cartilage) เป็นตัวเชื่อมสำหรับสัตว์เลี้ยงที่มีกระดูกซี่โครงซี่พิเศษทางส่วนท้ายของกระดูกซี่โครงปกติ เช่น สุกร สุนัข และแมว กระดูกซี่โครงซี่พิเศษนี้จะติดต่อกับกระดูกสันหลังส่วนอกเท่านั้น ไม่มีส่วนเชื่อมต่อกับกระดูก

อกเลข เรียกกระดูกซี่โครงชั้นพิเศษนี้ว่า false ribs หรือ asternal ribs และส่วนปลายของกระดูกซี่โครงชนิดพิเศษนี้เรียกว่า floating ribs โดยรอยต่อระหว่างกระดูกซี่โครงแต่ละซี่ เรียกว่า intercostal space ซึ่งจะมีจำนวนนับน้อยกว่าจำนวนกระดูกซี่โครงปกติอยู่ 1 คู่ ส่วนของกระดูกอกเป็นกระดูกที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันของกระดูก (sternbrae) ประมาณ 3-6 ข้อ ประกอบขึ้นเป็นตัวกระดูก เรียกว่า beds ส่วนปลายกระดูกที่ต่อกับ costal cartilage เรียกว่า xiphoid process จำนวนกระดูกที่ต่อกับกระดูกอกจะเชื่อมติดกันเมื่ออายุของสัตว์มากขึ้น ในโคมีกระดูกที่มาเชื่อมต่อกันเป็นกระดูกอก 7 ข้อ (sternbraes) ในม้าและในสุนัขมี 8 ข้อ ในสุกรมี 6 ข้อ กระดูกอกเป็นส่วนที่ยึดเกาะของ costal cartilage และกล้ามเนื้ออก การเชื่อมต่อกันระหว่างกระดูกอกและกระดูกซี่โครงโดยผ่าน costal cartilage ทำให้เกิดเป็นช่องอก

2.กระดูกโครงร่างส่วนรยางค์ หรือส่วนที่ยื่นมาจากกระดูกโครงร่างส่วนแกน เป็นกระดูกที่ประกอบด้วยกระดูกรยางค์ส่วนหน้า (fore limb หรือ pectoral limb) และกระดูกรยางค์ส่วนหลัง (hind limb หรือ pelvic limb) ซึ่งเป็นกระดูกที่พัฒนามาเพื่อใช้ประโยชน์ในการเคลื่อนไหว การทรงตัวและการรับน้ำหนักของร่างกาย

ก.กระดูกรยางค์ส่วนหน้า สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่เป็นสัตว์ในฟาร์ม (โค กระบือ แพะ แกะ สุกร และม้า) จะมีส่วนประกอบของกระดูกรยางค์ส่วนหน้าไม่ครบทุกชิ้นเหมือนกับในสัตว์ปีก หรือในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยเฉพาะกระดูกรยางค์ที่เป็นแกนต่อกับกระดูกสันหลังส่วนอก ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะมีกระดูกเหลืออยู่เพียงชิ้นเดียวคือกระดูกสะบัก (scapula) ในสัตว์ปีกมีกระดูกอยู่ครบทั้ง 3 ชิ้นคือ กระดูก scapular, coracoid และ clavicle กระดูกที่ต่อกับ scapular คือ humerus, radius และ ulna เป็นกระดูกยาวที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกายและเกิดเป็นส่วนกระดูกขาหน้า

กระดูกสะบัก (scapular) เป็นกระดูกที่มีรูปร่างค่อนข้างแบนคล้ายรูปใบพาย หรือคล้ายรูปสามเหลี่ยม ส่วนปลายของกระดูกสะบักจะเชื่อมต่อกับส่วนปลายของกระดูก humerus หรือ arm bone โดยมีข้อต่อชนิด synovial joint มาต่อเชื่อม แต่ข้อต่อมีการเคลื่อนไหวได้น้อยมากสำหรับในสัตว์เลี้ยง ฟิวด้านข้างของกระดูกสะบักจะเห็นเป็นสันกระดูกเป็นทางยาว แบ่งฟิวด้านข้างออกเป็น 2 ส่วนคือ ฟิวด้านหน้าของสัน (supraspinous forsa) และด้านหลังของสัน (infraspinous forsa) กระดูกสะบักจะเป็นกระดูกที่มีมัดกล้ามเนื้อมายึดติดหลายมัด มีผลให้ส่วนขาหน้าติดกับส่วนลำตัวได้

กระดูกต้นแขน หรือ ต้นขาหน้า (humerus หรือ arm bone) เป็นกระดูกยาวที่มีความแตกต่างกันในรายละเอียดเพียงเล็กน้อยในสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิด ปลายของกระดูกที่ต่อกับกระดูก

สะบัก ทำให้เกิดเป็นข้อต่อหัวไหล่ (shoulder joint) ส่วนปลายล่างต่อกับกระดูกยาวของปลายขาหน้า (radius) ทำให้เกิดเป็นข้อต่อข้อศอก (elbow joint)

กระดูกปลายขาหน้า (fore arm) ประกอบด้วยกระดูกยาว 2 ชิ้นคือ radius และ ulna ในสัตว์ทุกชนิดกระดูก radius เป็นกระดูกยาวของส่วนกระดูกปลายขาหน้าที่มีขนาดใหญ่กว่ากระดูก ulna แต่ในสัตว์ปีกจะมีขนาดเล็กกว่า กระดูก radius มีตำแหน่งอยู่ด้านในของส่วนปลายขาหน้า และอยู่ระหว่างกระดูกต้นขาหน้า (humerus) และกระดูกข้อขาหน้า (carpus) กระดูก ulna ในสัตว์แต่ละชนิดจะมีรูปร่างแตกต่างกันไป ในสัตว์ทุกชนิดจะพบส่วนของ olecranon process ซึ่งเป็นปลายแหลมของข้อศอกได้ ในม้ากระดูก ulna จะเชื่อมต่อกับ radius แต่ในโค แพะ แกะ และสุกร กระดูก ulna จะแยกตัวออกจากกระดูก radius ทำให้กระดูกส่วนนี้ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ ซึ่งแตกต่างจากสุนัขและแมว

กระดูกข้อขาหน้า (carpus) ในสัตว์เลี้ยงทุกชนิดเกิดจากกระดูกหลายๆชิ้นมาเรียงตัวต่อกันเป็น 2 แถว ได้แก่กระดูกยาวเช่น radial, intermediate และ ulna carpal bones และกระดูกสั้น 4 ชิ้น แต่ในสัตว์บางชนิดอาจมีส่วนยื่นไปทางด้านหลังหรือด้านข้างของกระดูกข้อขาหน้าเพิ่มเติมอีก

กระดูกฝ่าเท้า (metacarpal bones หรือ cannon bone) เป็นกระดูกที่เชื่อมต่อระหว่างกระดูกข้อขาหน้าและกระดูกนิ้วเท้า ประกอบด้วยกระดูกสั้นๆต่อกันหลายชิ้น มีจำนวนและขนาดแตกต่างกันไปตามชนิดสัตว์กระดูกฝ่าเท้าในโคและแกะเกิดจากการเชื่อมต่อกันระหว่าง 3rd และ 4th metacarpal bone โดยมีร่อง ventral groove เกิดขึ้นด้านหน้ากระดูก cannon bone ในสุกรกระดูก metacarpal bone จะพัฒนาไปทำให้เหลือกระดูกอยู่ 4 ชิ้น และชิ้นที่ 1 จะหดตัวเป็นติ่งและกระดูกที่ใช้รับน้ำหนักตัวคือกระดูกชิ้นที่ 3 และ 4

กระดูกนิ้ว (digits หรือ toes fingers) มีจำนวนแตกต่างกันไประหว่าง 1-5 นิ้วขึ้นกับจำนวนกระดูก metacarpal bones สำหรับในโค แพะ แกะ มีกระดูกนิ้ว 2 นิ้ว แต่ในสุกรมีครบทั้ง 5 นิ้ว ในม้า ล่อ ลามีนิ้วเพียง 4 นิ้วประกอบด้วยกระดูกสั้นๆหลายๆชิ้นมาประกอบกัน

ข.กระดูกกระดูกส่วนหลัง (hind limb หรือ pelvic limb) ประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้นที่เชื่อมต่อกันที่ส่วน acetabulum(socket) ของ hip bone คือกระดูก ischium, ilium และ pubis การเชื่อมตัวกันของกระดูกทั้งสามชิ้น ทำให้เกิดเป็นกระดูกที่มีรูปร่างไม่แน่นอน เรียกว่า hip bone หรือ os coxae ส่วนของ os coxae แต่ละข้างจะเชื่อมติดกันทางด้านล่าง ทำให้เกิดเป็นข้อต่อแบบ symphysis ซึ่งทำให้มีการเชื่อมต่อของ os coxae แต่ละข้างเกิดเป็นกระดูกชิ้นเดียวเรียกว่า ossa coxarum หรือ pelvis กระดูก ilium เป็นกระดูกที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของ os coxae มีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมไม่แน่นอน ด้านบนแผ่เป็นปีกแบนกว้างเรียกว่า wing of the ilium อยู่ระหว่างส่วน tuber sacral tuber coxae หรือ hock bone กระดูก ischium จะเป็นกระดูกที่มีเนื้อกระดูกส่วน

ท้ายสุดยื่นนูนออกมามีขนาดใหญ่เห็นได้ชัดเจนเรียกว่า tuber ischii หรือ pin bone ส่วนกระดูก ischium เป็นกระดูกที่ยื่นไปทางด้านหลังและด้านข้างของ acetabulum และเป็นส่วนหนึ่งของกระดูก pelvis เป็นส่วนใหญ่

กระดูก pelvis เป็นกระดูกทรงสามเหลี่ยมที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ด้านหน้าของพื้นกระดูก pelvis เชื่อมต่อกับกระดูก pubis อีกข้างหนึ่งของ os coxae ทำให้เกิดเป็นข้อต่อแบบ symphysis ขึ้นมา กระดูก pubis , ischium และบางส่วนของ ilium จะเชื่อมต่อกันทำให้เกิดเป็นรู (foramen) ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของร่างกาย เรียกว่า obturator foramen ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของ sciatic nerve แต่ละข้างของ os coxae จะมาเชื่อมต่อกันตรงกลางทางด้านล่างตรงกระดูก pubis ทำให้เกิดเป็น pubic symphysis (symphysis pelvis) ข้อต่อส่วนนี้มีความสำคัญกับสัตว์เพศเมียในขณะที่เกิดการคลอด ข้อต่อนี้มีความสามารถในการยืดตัวออกได้เล็กน้อย ทำให้ช่องเชิงกราน (pelvic canal) ขยายกว้างออกไปได้โดยอิทธิพลของฮอร์โมน relaxin โดยทั่วไปด้านบนของช่องเชิงกรานจะมีกระดูก sacrum มาเชื่อมต่อกันกับส่วนปีกของกระดูก ilium ทั้ง 2 ข้าง

กระดูกต้นขาหลัง (femur) เป็นกระดูกยาวที่อยู่ระหว่างกระดูกข้อต่อสะโพก (hip joint) และข้อต่อหัวเข่า (stifle joint) ลักษณะส่วนหัวของกระดูกต้นขาหลังจะค่อนข้างกลมและเชื่อมต่อกับส่วนของ acetabulum ของ hip bone เกิดเป็นข้อต่อสะโพก (hip joint) ตัวกระดูกต้นขาหลังมีเนื้อกระดูกขรุขระที่นูนเด่นออกมาเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ รวมทั้งกล้ามเนื้อสะโพกหลายมัด ด้านปลายของกระดูกต้นขาที่เชื่อมต่อกับกระดูก tibia นอกจากนี้จะมีส่วนที่ไปต่อกับกระดูกสะบ้าหัวเข่า (patella) ต่อจากปลายกระดูกต้นขาหน้ามีกระดูกรูปเมล็ดงา (sesamoid bone) เรียกว่ากระดูกสะบ้าหัวเข่า (patella)

กระดูกแข้ง (tibia) และกระดูกน่อง (fibula) เป็นกระดูกยาวในส่วนของขาหลัง เทียบได้กับส่วน radius และ ulna ของขาหน้า กระดูก tibia จะมีขนาดใหญ่กว่ามาก โดยกระดูก fibula จะเกาะอยู่กับ tibia ทางด้านข้าง ด้านปลายบนของกระดูก fibula จะเชื่อมต่อกับกระดูก femur ทำให้เกิดเป็นข้อต่อ stifle joint ปลายล่างของกระดูก tibia จะเชื่อมต่อกับกระดูกข้อเท้าหลัง (tarsus หรือ hock) โดยมีข้อต่อเรียกว่า hock joint

กระดูกข้อเท้าหลัง (tarsus หรือ hock) ประกอบด้วยประกอบด้วยกระดูกสั้นเรียงกันเป็น 2 แถวคือ talus หรือ tibial tarsal bone และ calcaneum หรือ fibula tarsal bone โดยส่วนของ calcaneum เป็นส่วนข้อเท้าหลังที่ทำหน้าที่ให้กล้ามเนื้อมายึดเกาะทำให้เกิดเป็นข้อเท้าขึ้นมา ในม้าจะมีกระดูกสั้นเรียงตัวกันเป็น 3 แถว

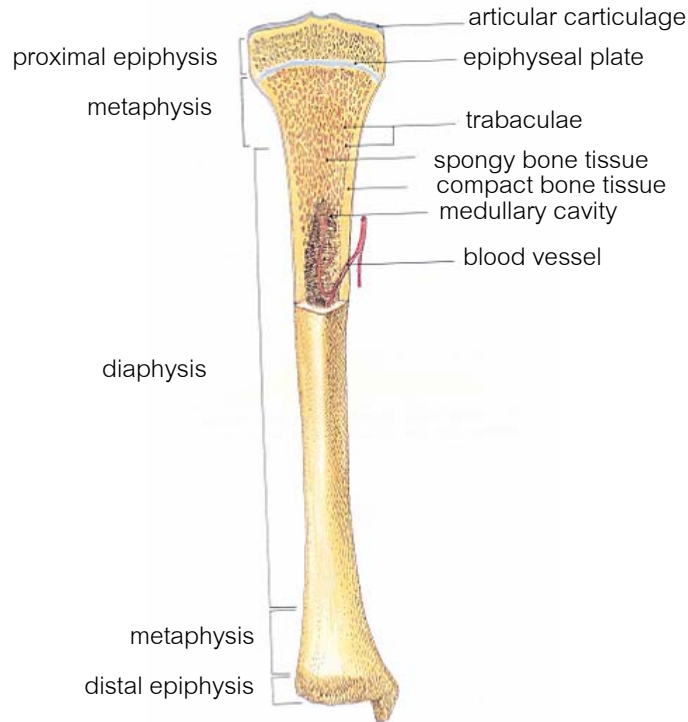
กระดูกฝ่าเท้าหลัง (metatarsus) เป็นกระดูกที่อยู่ระหว่างกระดูกข้อเท้าและกระดูกนิ้วเท้า ในสัตว์เลี้ยงส่วนใหญ่เป็นกระดูกชนิดยาว รูปร่างคล้ายกับกระดูกฝ่าเท้าหน้า มีจำนวนกระดูกแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์

กระดูกนิ้วเท้า (digits) กระดูกนิ้วเท้าหลังจะมีจำนวนเท่ากับกระดูกนิ้วเท้าหน้า ในสุกรมีนิ้วเท้าขาหลัง 4 นิ้ว คือนิ้วที่ 2,3,4 และ 5 โดยนิ้วที่ 3 และ 4 เป็นนิ้วที่มีขนาดใหญ่ และทำหน้าที่ในการรับน้ำหนักของร่างกายส่วนท้าย แต่โคและแกะมีนิ้วเท้าขาหลังเพียง 2 นิ้ว คือนิ้วที่ 3 และ 4 เท่านั้น

กระดูกที่พบในเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่ม พบได้ในสัตว์เลี้ยงบางชนิดเท่านั้น เช่นในสุกร พบกระดูกที่เนื้อเยื่ออ่อนนุ่มของกระดูก os rostri ในสุนัขพบได้ในส่วนของคชาตเรียกว่า os penis และในสัตว์ปีกพบได้ใน sclera ของลูกตา เรียกว่า scleral ring เป็นต้น

กายวิภาคและจุลกายวิภาคของกระดูก

กระดูกยาวประกอบด้วยตัวกระดูก (shaft หรือ diaphysis) และส่วนปลายกระดูกทั้งสองข้างเรียกว่า epiphysis ส่วน epiphysis เป็นส่วนของกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของกระดูกยาว มีเนื้อกระดูกคล้ายฟองน้ำ (spongy bone หรือ cancellus bone) ปรากฏอยู่ ในสัตว์ที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ บริเวณระหว่างตัวกระดูกและปลายกระดูกทั้งสองข้างจะมีส่วน metaphysis ซึ่งมีแนวกระดูกอ่อนเรียกว่า epiphyseal plate หรือ epiphyseal cartilage เป็นบริเวณที่กระดูกมีการเจริญเติบโตทางด้านยาว ในสัตว์ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะไม่ปรากฏส่วนนี้ให้เห็น epiphysis ทั้งสองข้างของกระดูกยาวจะถูกห่อหุ้มด้วยกระดูกอ่อน (articular cartilage หรือ hyaline cartilage) ซึ่งเป็นส่วนปลายของกระดูกที่จะเกิดเป็นข้อต่อ ส่วนตัวกระดูกจะถูกหุ้มด้วยเยื่อบางๆเรียกว่า periosteum บริเวณนี้จะมีเซลล์กระดูก osteoblast ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างเนื้อกระดูกเพื่อซ่อมแซมส่วนของกระดูกที่เกิดการแตกหัก ในสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วจะไม่ปรากฏส่วน periosteum ในสัตว์ที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ส่วน periosteum จะทำให้เนื้อกระดูกมีการเจริญทางด้านกว้างของตัวกระดูก



ภาพที่ 4.4 ส่วนประกอบของกระดูกยาว

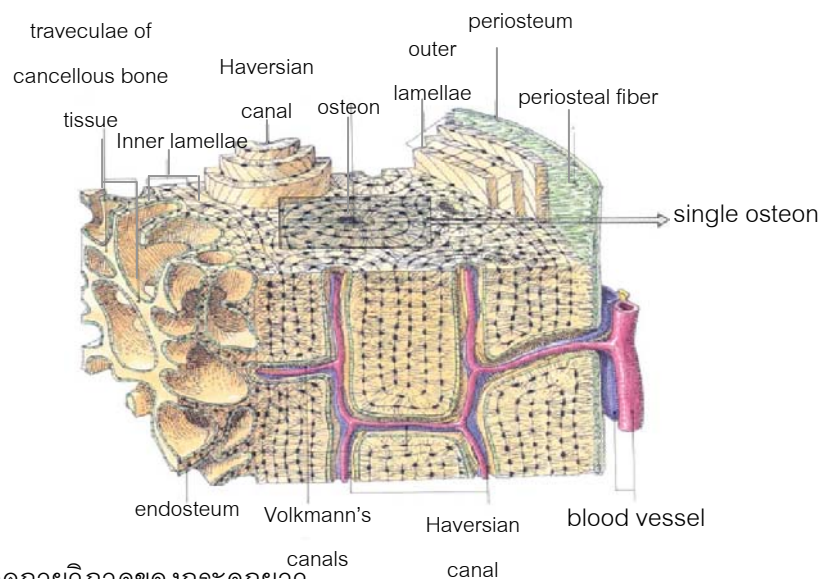
ดัดแปลงจาก : Carola และคณะ, 1992

กระดูกยาวเมื่อนำมาผ่าออกตามแนวความยาว จะพบว่าตรงกลางตัวกระดูกจะมีโพรง เรียกว่าโพรงกระดูก (medullary cavity หรือ marrow cavity) ซึ่งบุด้วยเยื่อหุ้มกระดูกของโพรงกระดูกเรียกว่า endosteum โดยทั่วไปเนื้อกระดูกที่ล้อมรอบโพรงกระดูกเป็นเนื้อกระดูกชนิดเนื้อแน่น(compact bone) ถัดออกจากเนื้อกระดูกออกไปเป็นส่วนเยื่อหุ้มกระดูกเรียกว่า periosteum ในสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วส่วน periosteum ของกระดูกจะหายไป บริเวณ epiphysis จะเป็นกระดูกที่มีรูพรุนและโปร่ง(compact bone) บริเวณนี้จะมีช่องทางติดต่อกับโพรงกระดูกที่มีไขกระดูกสีแดงบรรจุอยู่ในช่องเล็กๆเรียกว่า marrow space เยื่อบางๆที่หุ้มโพรงกระดูกเรียกว่า endosteum มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างเม็ดเลือดพวก RBC, WBC, leucocyte, erythrocyte และ platelet ส่วนไขกระดูกสีแดงพบได้ในกระดูกของสัตว์ที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่เท่านั้น

เมื่อนำชิ้นกระดูกมาซึ่งเป็นกระดูกยาวมาเลื่อยออกเป็นชิ้นเล็กๆบางๆ และนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ตรงส่วนของกระดูกเนื้อแน่น จะเห็นได้ว่าเนื้อกระดูกจะมีรู(ท่อ)เล็กๆกระจายอยู่ทั่วไป เรียกว่า haversian canal ซึ่งเป็นช่องทางผ่านของเส้นเลือด เส้นน้ำเหลืองฝอยและเส้นประสาทที่มาหล่อเลี้ยงกระดูก แต่ละ haversian canal ซึ่งเป็นท่อทางผ่านของเส้นเลือด เส้นน้ำเหลืองและเส้นประสาทจะมีวง (lamella) ล้อมรอบอยู่ บนแนววงจะมีแอ่ง (lacuna) แทรกอยู่เป็นระยะ ซึ่งมีเซลล์กระดูก (osteocyte) ฝังตัวอยู่ในแอ่ง การเรียงกันเป็นวงของ lamella เกิดจาก

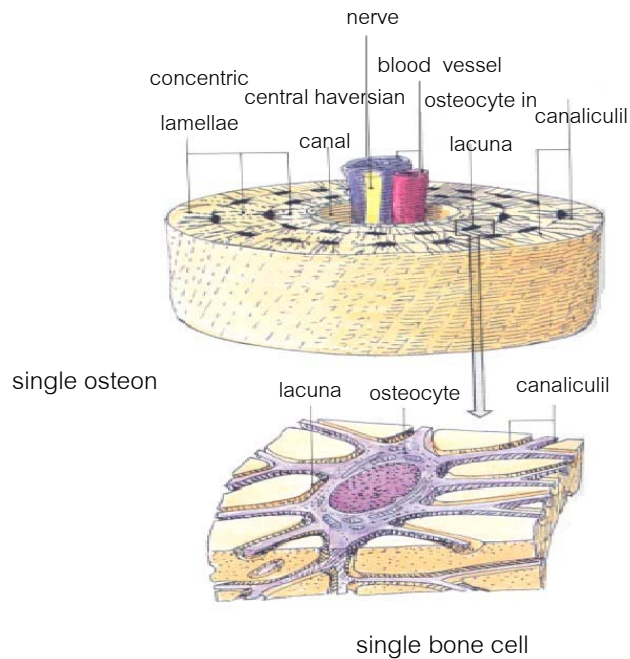
การจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบของ collagen fiber ที่อยู่ภายใน matrix กลุ่ม fiber เหล่านี้จะมีการเรียงตัวขนานกันและซ้อนกันเป็นชั้นๆ และแต่ละชั้นของ fiber ที่เรียงตัวกันจะวางเรียงซ้อนกันในลักษณะบิดเป็นเกลียวแบบมีทิศทางตรงกันข้าม ทำให้เกิดเป็นวง (lamella) ขึ้น โดยทั่วไปวงที่ล้อมท่อ haversian canal จะเรียงซ้อนกันหลายชั้น การจัดเรียงตัวกันของเนื้อกระดูกเป็นวงๆ เรียงซ้อนกันเรียกว่า haversian system หรือ osteon โดยใน 1 haversian system จะประกอบด้วยวง (lamella) เรียงซ้อนกันหลายๆชั้นรอบ haversian canal บนแนวของวง (lamella) จะมีแอ่ง (lacuna) แทรกตัวอยู่เป็นระยะๆ ภายในแอ่งจะมีเซลล์กระดูก (osteocyte) ฝังตัวอยู่แต่ละแอ่ง (lacuna) จะมีท่อเล็กๆเรียกว่า canaliculi ขึ้นกระจายออกมาเป็นรัศมีเชื่อมต่อระหว่างแอ่งในแต่ละวงเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ lacuna ที่อยู่บน lamella วงในสุดของ haversian system ยังมีการเชื่อมต่อกับ haversian canal ด้วย ทำให้มีการเชื่อมต่อกันภายใน haversian system แต่ละอัน แต่ละ haversian system จะติดต่อกันโดยผ่านแขนงของ haversian canal ที่ทอดตัวเชื่อมต่อกันระหว่าง haversian canal ที่อยู่ใกล้กัน โดยไม่ติดต่อกันทาง canaliculi

เส้นเลือดฝอยที่มาหล่อเลี้ยงเนื้อกระดูกและผ่านเข้ามาภายใน haversian canal จะทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหาร ออกซิเจน และรับของเสียจากเซลล์ที่อยู่ภายใน lacuna โดยผ่านทาง canaliculi ที่มีแขนงของเซลล์กระดูก osteocyte อยู่ แต่ละ haversian canal มีช่องทางติดต่อกับภายนอกและภายในโพรงกระดูก (marrow cavity) โดยผ่านทางท่อแนวขวางหรือแนวเฉียงๆ ซึ่งแทงทะลุเข้าไปในเนื้อกระดูกไปติดต่อกับ haversian canal โดยตรงเรียกช่องทางผ่านนี้ว่า volkmann's canal ท่อ volkmann's canal จะไม่มี concentric lamellar ล้อมรอบอยู่ แต่ละ haversian system มีเส้นแบ่งขอบเขตของ haversian canal เรียกว่า cementing substance เป็น mineralized matrix ที่มี collagen fiber อยู่เล็กน้อยล้อมรอบอยู่



ภาพที่ 4.5 จุลกายวิภาคของกระดูกยาว

ดัดแปลงจาก : Carola และคณะ, 1992



ภาพที่ 4.6 ส่วนประกอบของ single osteon และ single bone cell ในกระดูกยาว

ดัดแปลงจาก : Carola และคณะ, 1992

กระดูกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดพิเศษที่สำคัญของร่างกายสัตว์มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ เซลล์กระดูกมี 3 ชนิดคือ osteoblast, osteocyte และ osteoclast นอกจากเซลล์กระดูกแล้วจะมีสารประกอบที่อยู่ระหว่างกระดูก (bone matrix หรือ extracellular matrix) ประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์มากมาย นอกจากนี้ยังมีส่วนของของเหลว เช่น น้ำเลือดและน้ำเหลืองไหลเวียนตลอดเวลา กระดูกเป็นอวัยวะที่มีกิจกรรมทั้งการสร้างและการทำลายเพื่อคงแคลเซียมไปในประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆในร่างกาย

1.osteoblast เป็นเซลล์กระดูกที่ทำหน้าที่สังเคราะห์สารอินทรีย์ของ bone matrix และการสะสมของสารอนินทรีย์ของเนื้อกระดูก bone matrix ที่ถูก osteoblast สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ และยังไม่มีการสะสมของแคลเซียม (calcification) เรียกว่า osteoid


2.osteocyte เป็นเซลล์กระดูกที่โตเต็มที่จะพบอยู่ในแอ่งหรือช่องเล็กๆเรียกว่า lacuna เซลล์กระดูกประเภทนี้จะไม่มีการแบ่งตัวอีก แต่จะทำหน้าที่รักษา matrix ของกระดูกและเกี่ยวข้องกับ การสลายเนื้อกระดูก (osteolysis) และปลดปล่อยแคลเซียมออกไปสู่กระแสเลือด

3.osteoclast (bone eating cell) ทำหน้าที่ย่อยสลายส่วนของกระดูกเพื่อตอบสนองรูปร่างของกระดูก โดยจะหลั่งเอ็นไซม์หลายชนิด ทำให้มีการย่อย collagen และมีการละลายของผลิตภัณฑ์แคลเซียมออกจากกระดูก

bone matrix หรือ extracellular matrix ประกอบด้วย organic matrix และ inorganic matrix เป็นส่วนที่เซลล์กระดูกสร้างขึ้นมาส่วนของ organic matrix ประกอบด้วย ground

substance ที่สำคัญได้แก่ chondroitin sulfate , hyaluronic acid และ collagen fiber ส่วน inorganic matrix ประกอบด้วยแร่ธาตุและสารอินทรีย์ต่างๆ แร่ธาตุที่สำคัญได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เป็นส่วนใหญ่โดยรวมตัวกันอยู่ในรูปของผลึกบางๆ เรียกว่า hydrxyapatite crystal ผลึกเหล่านี้จะเกาะอยู่บนเส้นใยและแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยอย่างสม่ำเสมอ อัตราส่วนระหว่าง organic matrix และ inorganic matrix ในกระดูกจะเปลี่ยนแปลงตามอายุของสัตว์ เมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้น inorganic matrix จะมีสัดส่วนมากขึ้น

กระดูกอ่อน (cartilage)

กระดูกอ่อนเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดพิเศษชนิดหนึ่ง มีความแข็งแรงแต่บดงอได้ ประกอบด้วยเซลล์กระดูกอ่อน (chondrocyte) และ extracellular matrix ที่ประกอบด้วยเส้นใย (fiber)พวกคอลลาเจน และอีลาสติน และ สารที่ทำให้กระดูกอ่อนมีคุณสมบัติเหนียวและยืดหยุ่นได้ (gel like substance) เนื้อกระดูกอ่อนจะไม่มีเส้นเลือดผ่านเข้ามาหล่อเลี้ยงโดยตรงเช่นเดียวกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดอื่นๆ แต่จะได้รับการแพร่ของเลือดจากเส้นเลือดที่อยู่บริเวณใกล้เคียง ผ่านเข้ามาทาง extracellular matrix ของกระดูกอ่อน นอกจากนี้ยังไม่พบส่วนของเส้นน้ำเหลือง และเส้นประสาทที่กระดูกอ่อนด้วย 

เซลล์กระดูกอ่อน (chondrocyte หรือ cartilage cell) ทำหน้าที่สร้างส่วนประกอบของ matrix เช่น collagen, proteoglycans และ hyaluronic acid เป็นต้น การทำงานของเซลล์กระดูกอ่อนถูกควบคุมโดยฮอร์โมนหลายชนิดเช่น GH, thyroxine และ testosterone เป็นต้น กระดูกอ่อนสามารถแบ่งตามชนิดของเส้นใยและลักษณะของ extracellular matrix ที่เป็นส่วนประกอบได้ 3 ประเภทคือ hyaline cartilage, elastic cartilage และ fibrocartilage เป็นต้น hyaline cartilage เป็นกระดูกอ่อนชนิดที่พบได้มากที่สุดในร่างกายทำหน้าที่เกี่ยวกับการลดการเสียดสี มีลักษณะเรียบและลื่น มีเส้นใยที่มีคอลลาเจนชนิดละเอียดปนอยู่ กระดูกอ่อนชนิดนี้พบได้ที่กระดูกซี่โครงส่วน costal cartilage ที่ยึดกระดูกซี่โครงกับกระดูกอก กระดูกอ่อนรูปวงแหวนของท่อทางเดินหายใจ (tracheal ring)และกระดูกตรงปลายกระดูกยาวทั้งสองข้าง (articular cartilage) รวมทั้งส่วน epiphyseal plate ของกระดูกที่กำลังเจริญเติบโต (growing bone) elastic cartilage เป็นกระดูกอ่อนที่มีความเหนียวหรือยืดหยุ่นดี เนื่องจากมี elastic fiber เป็นส่วนประกอบอยู่ในเนื้อกระดูกมาก (matrix) ส่วนelastic cartilage จะพบได้ที่ส่วนใบหู (pinna) epiglottis ท่อในช่องหู(auditory tubes)และที่กระดูกอ่อนบางชนิดของกล่องเสียง ส่วน fibrocartilage หรือ fibrous cartilage เป็นกระดูกอ่อนที่มีเส้นใยคอลลาเจนมากมีเซลล์กระดูกอ่อนน้อย เป็นกระดูกอ่อนที่รับแรงกดได้มากและยืดหยุ่นได้น้อยพบได้ในส่วนของร่างกายที่ต้องรับแรงกดมากและพบอยู่ร่วมกับ fibrous tissue

เช่น บริเวณ intervertebral disc symphysis pubis memiscus ตามข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ (synovial joint) เป็นต้น

ข้อต่อ (joints)

ข้อต่อเป็นส่วนโครงร่างของร่างกายที่เกิดขึ้นตรงบริเวณที่มีกระดูกมาต่อกัน หรือมีกระดูกมาต่อกับกระดูกอ่อน (articular cartilage) บริเวณนี้จะมีพังผืดที่เป็นเนื้อเยื่อสีขาว (ligament) มีความเหนียวกว่าเอ็น (tendon) เป็นส่วนมายึดให้เชื่อมต่อกัน บางข้อต่ออาจมีส่วนของกระดูกอ่อนชิ้นเล็กๆมาช่วยยึดกระดูกไว้ หรืออาจมีปลอก (capsule) มาห่อหุ้มไว้เรียกว่า joint capsule ภายในข้อต่ออาจมีของเหลวที่ผลิตจากเซลล์เยื่อผิวของผนังภายในปลอกนั้น เพื่อทำหน้าที่ในการหล่อลื่นให้ข้อต่อเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น โดยทั่วไปข้อต่อจะทำหน้าที่ประสานกับเอ็นที่ยึดกับกระดูกทำให้เกิดเป็นรูปร่างของสัตว์ นอกจากนี้ทำหน้าที่ในการรับน้ำหนักร่างกายและเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย สามารถแบ่งข้อต่อออกตามตามสามารถในการเคลื่อนไหวเป็น 3 กลุ่มคือ

1. synarthrose joint หมายถึงข้อต่อชนิดที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เลย ข้อต่อประเภทนี้มักเป็นข้อต่อที่ไม่มีช่องว่าง (joint cavity) และต่อเชื่อมกระดูกทั้งสองชิ้นเข้าด้วยกันด้วย fibrous connective tissue หรือ กระดูกอ่อน ได้แก่ ข้อต่อsutureo, syndesmous, synchodroses, symphysis และ pomphoses เป็นต้น

2. amphiarthrose joint หมายถึงข้อต่อที่สามารถเคลื่อนไหวได้เล็กน้อย เป็นข้อต่อที่ยึดกระดูกไว้ด้วยกระดูกอ่อนเป็นส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ articular surface, articular cartilage, joint capsule และ joint cavity ข้อต่อชนิดนี้จะมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไปขึ้นกับรูปร่างของข้อต่อ หรือขึ้นกับลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ได้แก่ glinding joint (arthrodia) enarthrose (ball and socket joint) เป็นต้น

3. diarthrose joint หมายถึงข้อต่อที่มีการเคลื่อนไหวได้ดี เป็นข้อต่อที่พบมากในร่างกายส่วนต่างๆของสัตว์เลี้ยง ข้อต่อชนิดนี้มีโครงสร้างที่ประกอบด้วย articular cartilage, joint capsule ที่เป็น dense fibrous connective tissue, ในส่วน articular capsule ไปด้วย synovial membrane โดยส่วนของ synovial membrane จะทำหน้าที่สร้างของเหลวที่หล่อเลี้ยง articular cartilage และหล่อลื่นข้อต่อ (synvial fluid) เช่น synovial joint

การเคลื่อนไหวของข้อต่อ

ข้อต่อในร่างกายที่มีการเคลื่อนไหวอย่างอิสระ ลักษณะการเคลื่อนไหวมีได้หลายแบบเช่น การเคลื่อนไหวไปข้างหน้า ข้างหลัง (gliding) การงอข้อต่อ (flexion) การยืดข้อต่อ (extension) การหมุนรอบตัว (rotation) การกางข้อต่อ (adduction) การหุบข้อต่อ (abduction) การยืดตัวอย่างเต็มที่ของข้อต่อ (hyperextension) และการเคลื่อนที่ได้รอบทิศทาง (circumduction)

ข้อต่อในร่างกายสามารถแบ่งออกตามลักษณะการยึดต่อกันของหน้ากระดูกได้แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

1.fibrous joint เป็นข้อต่อที่หน้าต่อของกระดูกยึดติดกันด้วย fibrous connective tissue ไม่มีช่องว่างภายในข้อกระดูก และสามารถเคลื่อนไหวได้เล็กน้อยหรือแทบจะเคลื่อนไหวไม่ได้เลย มี 3 แบบได้แก่

ก.suture เป็นข้อต่อที่พบที่รอยต่อของกะโหลกศีรษะ ในขณะที่สัตว์อายุน้อย suture บางแห่งอาจมีการเคลื่อนไหวได้บ้าง แต่เมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้นจะมีกระดูกเข้ามาแทนที่ กลายเป็นข้อต่อที่ติดกันสนิทไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เลย ได้แก่ข้อต่อระหว่าง occipital bone และ parietal bone ส่วนของ suture เป็นข้อต่อแบบ synarthroses

ข.syndesmosis เป็นที่อยู่ระหว่างปลายกระดูกที่อยู่ห่างกันพอสมควร และยึดติดกันด้วย fibrous tissue เช่นข้อต่อระหว่างตัวกระดูก radius ulna เป็นข้อต่อแบบ amphiarthrose

ค.gomphosis เป็นข้อต่อที่พบที่รากฟัน ยึดติดกับ bony socket ของกระดูก maxilla และ mandible ด้วย periodontal ligament จัดเป็นข้อต่อที่เคลื่อนไหวไม่ได้

2.cartilagenous joint เป็นข้อต่อที่หน้าต่อของกระดูกยึดติดกันด้วยกระดูกอ่อน (cartilage) ไม่มีช่องว่างในข้อต่อ เคลื่อนไหวได้เล็กน้อยหรือไม่ได้มี 2 แบบ

ก.synchondrosis เป็นข้อต่อที่ยึดกระดูกยาว 2 ชิ้นไว้ด้วยกันโดย hyaline cartilage จัดเป็นข้อต่อที่พบชั่วคราว เมื่อสัตว์เจริญเติบโตเต็มที่จะมีเซลล์กระดูกมาแทนที่ หรือเปลี่ยนเป็นกระดูก จะพบข้อต่อนี้บริเวณ epiphyseal plate ที่เป็นข้อต่อระหว่าง epiphysis และ diaphysis หรือที่ costal cartilage ของกระดูกซี่โครงที่ 1 ต่อกับกระดูกอก (sternum) ข้อต่อนี้จะไม่ถูกเปลี่ยนเป็นกระดูกเมื่อสัตว์โตเต็มที่

ข.symphysis เป็นข้อต่อที่หน้าต่อกระดูกเชื่อมต่อกันด้วย fibrocartilage เคลื่อนไหวได้เล็กน้อยมักพบตามแนวกลางลำตัว

3.synovial joint เป็นข้อต่อที่สามารถเคลื่อนไหวได้สะดวกที่สุดมีลักษณะเฉพาะคือ

ก.มีarticular cartilage ที่เป็นชั้นบางๆ ของ hyaline cartilageคลุมอยู่ที่ส่วนปลายของกระดูกที่มาต่อกันเป็นข้อต่อ

ข.มีfibrous capsule เป็น dense connective tissue ยึดต่อระหว่างขอบของหน้าต่อกระดูกและถูกเสริมให้แข็งแรงทางด้านนอกด้วย ligament ที่มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน

ค.มี joint cavity ซึ่งเป็นช่องว่างภายใน fibrous capsule อาจเรียกว่า synovial cavity

ง.มี synovial membrane บูดูด้านในของ fibrous capsule ทำหน้าที่สร้าง synovial fluid เป็นของเหลวที่ช่วยหล่อลื่นข้อต่อและนำสารต่างๆ มาเลี้ยงกระดูกอ่อน (cartilage)

synovial joint ของร่างกายบางแห่งอาจถูกเสริมให้มีความแข็งแรงมากขึ้น โดยมี fibrocartilage จากส่วน articular capsule แผ่ขยายเข้าไปใน joint cavity กลายเป็น articular cartilage