

บทที่ 6

บทนำเกี่ยวกับโครงกระดูก

(INTRODUCTION TO THE SKELETON)

โครงกระดูกของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ค้างกับโครงแข็งของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง กล่าวคือมีกระดูกที่คงอยู่ได้บิ่ว เช่น ปลา เป็นเนื้อเยื่อหุ้มชีวิตและเคลื่อนไหว เพื่อความสะดวกในการบรรยาย จึงแบ่งโครงกระดูกออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามตำแหน่งของมัน ดังต่อไปนี้

1. Axial skeleton (กระดูกอกกลาง)

Notochord และ vertebral column

Ribs (กระดูกอ่อน)

Sternum (กระดูกอก) ในสัตว์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

Skull (กะโหลก) รวมทั้ง pharyngeal skeleton

2. Appendicular skeleton (กระดูกกระยางค์)

Pectoral และ pelvic girdles

โครงกระดูกของครึ่งหน้า หรือหน้า

โครงกระดูกของครึ่งเดียว ในปีก

3. Heterotopic elements

Notochord เป็นโครงสร้างแกนกลางที่เก่าแก่ที่สุดของสัตว์มีกระดูกสันหลัง นั้นเป็นเนื้อเยื่อพิเศษที่ไม่ใช่ tissue bone และ cartilage ซึ่งอาจจะให้ก็ที่สุดก็ควรเรียกว่า "notochordal tissue" โครงสร้าง แหล่งกำเนิด และ chức năng ของ notochord ในสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาแล้ว ให้มารายบิวแล้วในบทที่ 9 Heterotopic elements คือ cartilages หรือ bones ชนิดต่าง ๆ ที่เจริญในแหล่งบิน ก็คือ ซึ่งจะกล่าวถึงไก่ยอในตอนท้ายของบทนี้ ส่วนโครงสร้างของกระดูกที่เหลือจะได้กล่าวในบทที่ 9 ไม่ไกลจากนี้

BONE

Bone (กระดูกแข็ง) เป็นเนื้อที่ในรากมาก มีอยู่มากใน ostracoderms

เช่น

และ placoderms ซึ่งเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังแรกสุดที่รู้จักกัน ความแข็งของ bone นั้น เนื่องจากมีสารระหว่างเซลล์อยู่มาก สารนี้ประกอบด้วยเนื้อพื้น (matrix) ของ collagenous fibrils ส่วนที่อยู่ระหว่างเส้นใยเหล่านี้คือผลึก hydroxyapatite ซึ่งประกอบด้วย calcium, phosphate และ carbonate ผลึกนี้เกิดขึ้นภายใต้อิทธิพลของ osteoblasts (bone cells) เซลล์เหล่านี้จะแยกตัวเข้ามาอยู่ในแองของเหลวขนาดเล็กที่เรียกว่า lacunas (รูป ๒๔) ใน lacunas มีเกลือละลายอยู่ ซึ่งบางชนิดจะคงอยู่เป็นผลึก ลักษณะนี้มีเกลือที่เกิดจากการละลายของบล็อก เพราะการเกิดกระดูกนี้เป็นขั้นตอนการต่อเนื่อง มีห้องขนาดเล็กที่เต็มไปด้วยของเหลวซึ่งเรียกว่า lacunas ไว้ภายใน ห้องเหล่านี้เรียกว่า canaliculi ในกระบวนการนี้จะมีการเก็บขึ้น (แต่ไม่ถังหมด) lacunas จัดตัวเป็นวงอยู่ในระบบ haversian กระดูกบางชั้นของปลาเป็นชนิด acellular นั้นคือกระดูกไม่มีเซลล์กระดูก เพราะได้สืบทอดมาในขณะที่กระดูกเกิดขึ้น ขั้นตอนการสร้างกระดูกเรียกว่า osteogenesis

สัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมดคั่งปลาริบบอน กระดูกเกิดมาจากการกระดูกอ่อน อันนี้เป็นจริงแม้แต่ใน ostracoderms ที่เก่าแก่ที่สุด แต่อย่างไรก็ตามกระดูกอ่อนก็คือเนื้อเยื่อค้ำหัวกระยะแรก ๆ ซึ่งกำจัดร่วงหายระยะหนึ่งจนกว่ากระดูกจะเกิดขึ้น

Preskeletal blastema; membrane bone และ replacement bone. Blastema คือกลุ่ม mesenchyme cells ของคัพะทัจ (เนื้อให้สิ่งกระดูกที่ใหม่และสม) เป็นอ่อนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะบางอย่าง เช่น ก้านเนื้อ กระดูก ไฟ กระดูกอ่อน ฯลฯ ก่อนที่กระดูกจะเกิดขึ้นจะต้องมีการเจริญของ preskeletal blastema นี้ ก่อน Mesenchyme cells ที่ประกอบเป็นส่วนใหญ่ของ preskeletal blastema นั้นเกิดมาจากการมีไข่เดิน แต่อย่างไรก็ตามมีเรนไคฟ์เจริญไปเป็นก้อนในลูกและกระดูกโดยมีน้ำหนักส่วนหนึ่งเป็นเอกโภคเกิน เมื่อ blastema ของกระดูกในอนาคตได้เกิดขึ้นแล้วก็จะต้องมีกระดูกหนึ่งอีกตัวหนึ่งที่เรียกว่า membrane bone ซึ่งจะมีชีส ค้ำหนึ่งของบล็อกที่มีอายุของสัตว์ ในการที่จะเจริญเป็นกระดูกชนิดໃกรดนิกหนึ่งนั้น จะเป็นกองของชาบะแบบเรือนใช้มีที่เหมาะสม

กระดูกที่เกิดขึ้นใน mesenchymal blastema โดยตรง เรียกว่า membrane bone ขั้นตอนการเกิดของกระดูกชนิดนี้เรียกว่า intramembranous ossification

cation ขบวนการนี้จะเกิดเป็นกระดูกบางชั้นของกะโหลก&pectoral girdle เป็นกระดูกใน dermis ของผิวนัง (dermal bone) เป็นกระดูกสันหลังของปลากระดูกแข็ง และ urodeles และเป็น heterotopic bones อีกเล็กน้อย Periosteal bone (กระดูกที่เกิดใน periosteum) ก็เป็น membrane bone ภายในเด่นกัน

กระดูกที่เกิดจากกระดูกอ่อนที่มีอยู่ก่อนแล้วเรียกว่า replacement bone กระดูกอ่อนจะหายไปและกระดูกจะเกิดขึ้นแทนที่ตรงที่กระดูกอ่อนเคลื่อนย้ายมาก่อน ขบวนการนี้ เรียกว่า endochondral ossification

ขบวนการของ endochondral และ intramembranous ossification นั้นเหมือนกัน คือเกิดจาก การที่มี hydroxyapatite ในยีกนเน็ตต์ (matrix) ของ collagenous fibrils แต่ยังไงก็ตาม ในขบวนการ endochon-

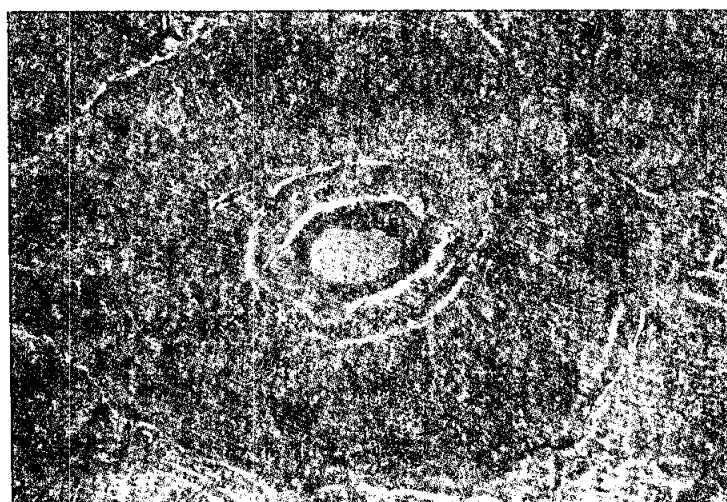


Fig. 6-1. Section of bone to show lacunas (black) and canalliculi (canals radiating from the lacunas). Not all bone exhibits haversian systems (lacunas in concentric rings). (From Bevelander: Essentials of histology, ed. 6, St. Louis, 1970, The C. V. Mosby Co.)

dral ossification กระดูกอ่อนจะหดตัวหายไปก่อนที่กระดูกจะดูดสร้างขึ้น

Dermal bone Dermis ของผิวนังของสัตว์มีกระดูกสันหลังมีคุณสมบัติ ใช้สร้างกระดูกได้ กระดูกนี้เกิดจากการ ossification ภายใน dermal membrane

เรียกว่า membrane bone ซึ่ก็มีกระดูกสันหลังพากแกรกสุด (osteocoderms และ placoderms) มีกระดูกใน dermis ของผิวนั้นมากเสียจนถูกเรียกว่าปลาหุ่มเกราะ (armored fishes) ปลา ganoid ก็มีเกราะ เช่นกัน คืออาจมีแผ่นกระดูกใหญ่ ๆ หรือ เกล็ดกระดูกเล็ก ๆ หุ้มอยู่ พูวน้ำสูญทันทีไปเกือบหมดแล้ว ยังเหลืออยู่เพียงไม่กี่ชนิด ปลาบุคคลไม่มีก้อนหังนมคันสามารถสร้างกระดูกในผิวนั้นได้ กระดูกที่เกิดในผิวนั้นเรียกว่า dermal bone

กระดองเท่าเป็น dermal bone และผิวนั้นของกระดองจะเปลี่ยนกระดูกบางชิ้น (รูป ๔-๐๔) ตัว armadillos ก็มีกระดูกเกิดขึ้นในผิวนั้น ความจริงแล้วกระดูกเกิดขึ้นในผิวนั้นของสักวิมีกระดูกสันหลังทุก ๆ class นอกจากนี้ ในการวิพัฒนาการจากปลาหุ่มเกราะ แผ่นกระดูกบางชิ้นซึ่งแต่เดิมเกิดขึ้นในผิวนั้นของหัวและบริเวณของ pectoral girdle ให้เริ่มสร้างขึ้นใหม่ในผิวนั้น ทำให้มีกระดูกของสมองและ pectoral girdle ที่เกิดมาจากการแยกตัวจาก dermal armor (ทางประวัติบรรพุรุษ) แต่ในทางศัพ绷นั้นจะมีอุคก์กำเนิดมาจาก blastemas ที่อยู่ตื้อกว่า กระดูกเหล่านี้จะอยู่ใกล้ผิวนากว่ากระดูกอ่อนหรือกระดูกที่เกิดจากการแพนท์ไก (รูป ๔-๐๕)

ในจำนวนกระดูกที่เกิดมาจากการของ dermis นั้น ไกมี membrane bones ของกระดูก เช่น nasals, vomers, maxillas, และอื่น ๆ อีกมาก เพื่อจะได้ระลึกอยู่เสมอว่ามันมีประวัติการเกิดมาจากการของผิวนั้น กระดูกเหล่านี้ของกระดูกในสัตว์叫做 dermato-cranial bones หรือเรียกรวม ๆ ว่า dermatocranium. Membrane bones ของ pectoral girdles (รูป ๔-๖) นั้น ปรากฏว่าเกิดมาจากการของ dermis เช่นเดียวกัน เนื่องจาก membrane bones ที่เกิดมาจากการของผิวนั้น (ทางประวัติบรรพุรุษ) เห็นนั้นที่อาจเรียกว่า dermal bones

กระดูกอ่อน (cartilage) กระดูกอ่อนเหมือนกับกระดูกในสัตว์ เช่นกระดูกของมนุษย์ในช่องของเหลวที่ถูกอ้อมรอบโดยเนื้อพื้นระหว่างเซลล์ (interstitial matrix) เนื้อพื้นของกระดูกอ่อนประกอบด้วย chondromucoid ซึ่งเป็น glycoprotein ชนิดหนึ่ง ที่บินกับกระดูกก็คือ กระดูกอ่อนในนี้ canalliculi ที่จะแสดงให้เห็นไก่ภายในกระดูกของจุกหัวที่ใช้ส่งสารรวมกัน และในนี้เส้นเลือดหัวใจเข้ามา นอกจากเส้น

ที่จะบานไปยังวัยาะนั้น ๆ คั้นน้ำเขอดึงดูดเลี้ยงโดยการแพรเท่านั้น นอกจานั้นกระดูกอ่อนยังเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ลึกอีกด้วย จึงไม่มีคำว่า "dermal cartilage"

กระดูกอ่อนเกิดขึ้นภายใน prechondral mesenchymal blastema ขบวนการเกิดของกระดูกอ่อนเรียกว่า chondrogenesis เนื้อกระดูกอ่อนเกิดขึ้นมาแล้ว มันอาจจะมีอยู่คลอทชิวิต หรืออาจจะถูกหุ้มไปและถูกแทนที่โดยกระดูก

Hyaline cartilage เป็นกระดูกอ่อนที่ป้องแสงซึ่งพบรอยในหลายแห่ง มีอยู่มากในคพะ ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ซึ่งประกอบเป็นโครงกระดูกชั้นราและกระดูกหนาที่โดยกระดูกในเวลาท่องมา กระดูกอ่อนที่มีมากของ collagen อยู่ในเนื้อพันอย่างหนาแน่น เรียกว่า fibrocartilage. Intervertebral discs ของสัตว์เรียงถูกaway- น้ำนมคือ fibrocartilage. Elastic cartilage ประกอบกับ elastic fibers สักว่าเรียงถูกawayน้ำนมมอยู่ในใบหู ในผังของช่องหูส่วนอก ใน epiglottis และในท่ออื่น ๆ กระดูกอ่อนอาจจะมีเกลือแผลเชื่อมันอยู่ภายในสารระหว่างเซลล์away กระดูกอ่อนเร้นนี้เรียกว่า calcified cartilage ซึ่งมักจะสัมสกับกระดูกอยู่เสมอ โครงกระดูกของปลาสามารถมีกระดูกอ่อนเข่นวนอยู่มาก

ปลากระดูกกรุน ปรากฏว่าไม่มี genetic code ที่จำเป็นสำหรับการทำให้กระดูกแข็ง นอกจากการสร้าง dentin ในเกล็ดและฟัน

การควบคุมแผลเชื่อมและ skeletal remodeling กระดูกและกระดูกอ่อนไม่เพียงแค่ทำหน้าที่ค้ำจุนร่างกายของสัตว์มีกระดูกสันหลังเท่านั้น แตยังเป็นแหล่งสำคัญ(รวมทั้งเกล็ดและฟันaway)ในการสะสมแผลเชื่อมและเกลืออื่น ๆ อีกด้วย แผลเชื่อมจะถูกปลดออกตามส่วนหรือถูกกัดอยู่คลอเวลา หั้งนักเพื่อถอนส่วนของกระดูกและแผลเชื่อมในสิ่งของที่รับรู้ของแผลเชื่อมในเชือกกำลังสูงที่นั้น มันจะออกมารสั่งสมในกระดูกหรือกระดูกอ่อนพร้อมกับฟอสเฟตในรูปของยาลิก hydroxyapatite ขณะที่รับรู้ของแผลเชื่อมในน้ำเชือกกำลังลอกลง แผลเชื่อมจะถูกกัดออกจากโครงกระดูกและแหล่งสะสมอื่น ๆ โดยการฉีดยาลิก นอกจากการถูกกัดของกระดูกในการถอนส่วนของกระดูกของกระดูกและแผลเชื่อมในน้ำเชือกแล้ว กระดูกยังถูกกระแทกเพื่อให้เคลื่อนย่างขึ้นอยู่เสมอ ซึ่งพิจารณาคุณภาพในครองคนที่เพิ่งเกิดใหม่ ให้สามารถจะบอกให้รู้ได้ในครั้นนี้จะไปมีลักษณะอย่างไรเมื่อม้าย ๆ นี่

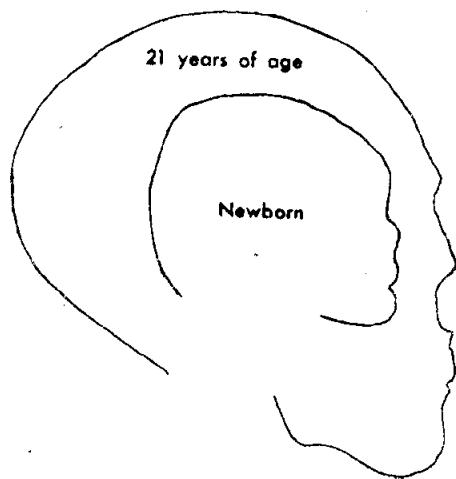


Fig. 6-2. Comparative sizes of skulls of newborn and 21-year-old human being.

(งป. ๖-๒) นักจากว่ากระดูกอ่อนและกระดูกจะถูกอกกับและถูกสร้างขึ้นในมอย่างคงที่วันต่อวันในขณะที่คนผู้นี้กำลังเติบโตได้ไหม?

สมองของคนอายุ ๒๐ ปีจะไม่เหมือนเจ้ากับซองกต้องสมองของเด็กตอนเกิดใหม่เป็นอันขาด การสร้างแบบใหม่ของโครงกระดูกนั้นเป็นขั้นตอนการที่จำเป็นและต่อเนื่อง แม้วาชันวนการนี้จะดำเนินไปในโครงกระดูกที่กำลังเติบโตได้เร็ว กว่าท่าน แต่มันก็เป็นคุณสมบัติของกระดูก。

หังหมก (งป. ๖-๓)

Parathyroid hormone

มีส่วนของการคงเชื่อมต่อเขียนออกจากกระดูกและ -

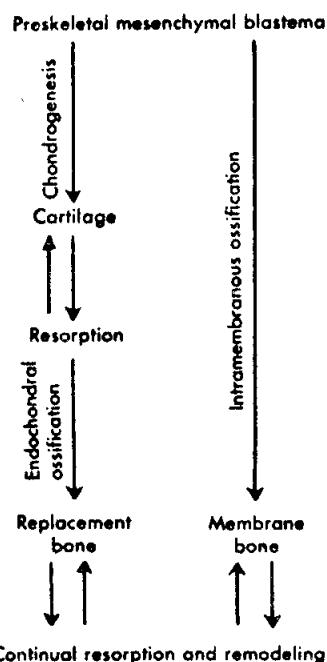


Fig. 6-3. Fate of preskeletal mesenchyme. Remodeling decelerates after sexual maturity.

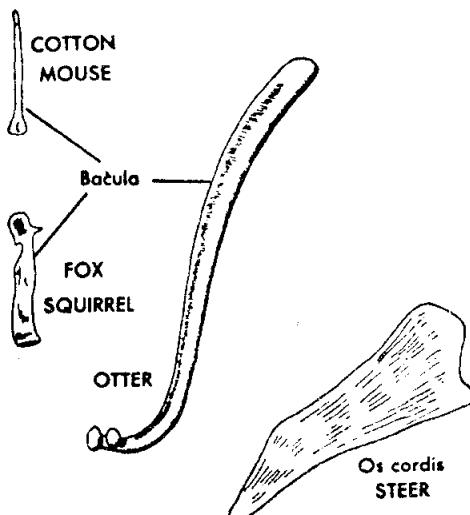


Fig. 6-4. Heterotopic bones.

แหล่งสารสมmgrะบูก Calcitonin ซึ่งเป็นของในชนิดหนึ่งของ ultimobranchial body, thyroid, และ parathyroid glands (ส่วนจะเป็นของท่อนเที่ยวหรือมากกว่าหนึ่งห้องท่อนนั้น แล้วแต่สิ่งที่มี) รักษาผลเสียของกระดูก คือป้องกันให้กระดูกถูกอกกลั้นมากเกินไป ความลับพื้นที่กระดูกท้องและแน่นอนของช่องคอในเหล่านี้มีห้องกันในขบวนการสร้างแบบใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโครงกระดูกที่กำลังเติบโตและในสัตว์มีกระดูกสันหลังซึ่งค่านั้น ยังคงคงศักดิ์และคุณค่าวัสดุไม่เสื่อม

Heterotopic elements นอกจากกระดูกอ่อนและกระดูกจะประดับ เป็นโครงกระดูกแกนกลางและกระดูกจะย่างคำนึงปกติแล้ว ยังมี heterotopic elements ชนิดที่สอง ๆ เกิดขึ้นก็ได้ Heterotopic bone ตามคำศัพท์ที่ใช้ในที่นี้หมายถึงกระดูกที่เกิดขึ้นในค่าแม่พิเศษในสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดหนึ่งหรือชนิดอื่น โดยขบวนการ endochondral หรือ intramembranous ossification อย่างไกอย่างหนึ่ง และมักจะไม่มีในบรรพบุรุษมาก่อน Heterotopic bones และกระดูกอ่อนชนิดนี้ก็จะตามไปตาม เนพะอย่างยิ่งในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่ไม่จำกัดอยู่เฉพาะใน class นี้เท่านั้น ในการ เตรียมโครงกระดูกคำนึง กระดูกเหล่านี้ก็จะหายไป Heterotopic bones 例如 os cordis ในยังกันห้องหัวใจซึ่งลักษณะของสัตว์มีกิ่ม และ baculum (os priapi หรือ os penis) ซึ่งมีอยู่ระหว่างก่อนหย่อน ฯ ใน penis ของ ก้างคาว สัตว์ทะเล สัตว์มีดูง-หน้าห้อง สัตว์กินเนื้อ สัตว์กินแมลง วัวควาย และไฟรabenben ค่า (รูป ๖-๔) Baculum ของคาว walruses ยาว ๒๗ นิ้ว Os clitoridis มีอยู่ใน clitoris ของนาง สัตว์ทะเลสายชนิด กระด่าย และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพศเมียอื่น ๆ อีกมากน้ำย

Osseous หรือ cartilaginous tissue เกิดขึ้นในยังกันในสัตว์ หนึ่ง (อย่างน้อยที่สุด) ของนกเขา ก่อนเสียงของนกจะมีกระดูกภายในอยู่ชั้นหนึ่งคือ pessulus อย่างน้อยที่สุด สปิชส์หนึ่งของค้างคาวจะมีกระดูกภายในอยู่ในต้น กระดูกเกิดขึ้น ใน gular pouch ของ lizard แหงทวีปอเมริกาใต้ ในกระดังลมที่เป็นกล้ามเนื้อของชูด และในยังกันของจระเข้ (adlacrimal, หรือ palpebral, bone) (ในคน จะมีแผ่น ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่คล้ายกันนี้เรียกว่า tarsus เกิดขึ้น) Rostral bone เกิดขึ้น ใน snout ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจำนวนหนึ่งรวมทั้งหมูคาย และ cloacal bone

ในผนังค้านถ่างของ cloaca ของ lizards บางชนิด Epipubic (marsupial) bones มีอยู่ในผนังค้านถ่างของคุณป้ากเปี๊กและสัตว์มีถุงหน้าท้อง

กระดูกอ่อนหรือกระดูก sesamoid (การเรียกเช่นนี้เพราะมันทำให้บางคนนึกถึงเมล็ด sesame) เป็นสิ่งที่พบได้ทั่ว ๆ ไปตามข้อในเข็นของระยะครึ่งสัตว์สี่เท้า หัวจัก-กันที่สุดที่แตก pisiform bone ของช้อนมือ และ patella (กระดูกสะบ้าหัวเข่า)