

การเคลื่อนที่ ของสิ่งมีชีวิต

อ.ดร.ปรัชญ์ ครองหรรษ์, B.Sc. in Medical Science.
Faculty of Allied Health Sciences, Burapha



ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

1. ใช้โถสเกลต่อนเป็นเส้นiy PROTienช่วยในการเคลื่อนที่ของเซลล์
2. พารามีเซียมสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยการเคลื่อนที่
3. แมลงที่บินได้จะมีกล้ามเนื้อเฉพาะที่ปักเท่านั้น
4. ระบบประสาทจะส่งสัญญาณให้กล้ามเนื้อหดตัวทำให้เกิดการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ได้
5. เชรีเบลลัมทำหน้าที่ประสานการเคลื่อนไหวของร่างกาย



ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน



6. การตอบสนองของหน่วยปฏิบัติงานจะต้องถูกสั่งโดยสมองเท่านั้น



7. โครงกระดูกมีส่วนเกี่ยวข้องในการเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง



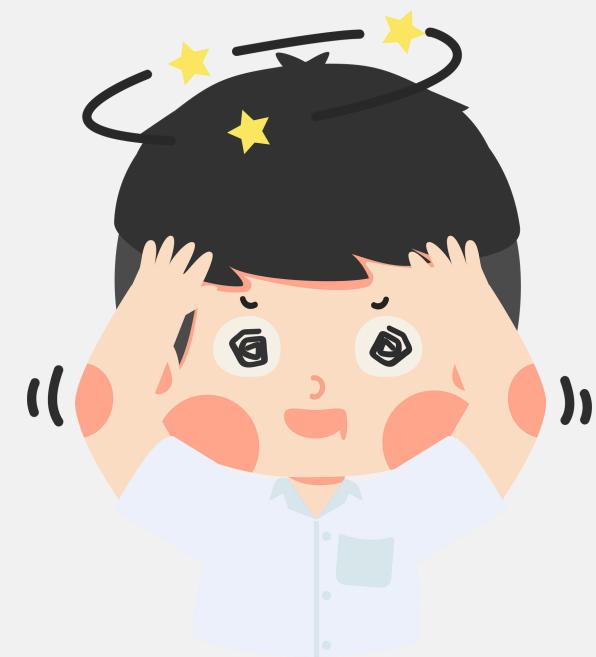
8. ถ้ากล้ามเนื้อทำงานหนัก อาจเกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อและเป็นตะคริวได้



9. นักเพาะกายจะรับประทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงเพื่อนำไปสร้างกล้ามเนื้อ



10. ข้อต่อมีน้ำไขข้อทำหน้าที่ลดแรงเสียดทานระหว่างกระดูกอ่อน



การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

การเคลื่อนที่ของ Protist

- ameboid movement or cytoplasmic movement
- cilia or flagellum movement

การเคลื่อนที่ของสัตว์

แบบไม่ออาศัย
antagonism

แบบอาศัย
antagonism

- hydrostatic pressure
- muscle
- water vascular system

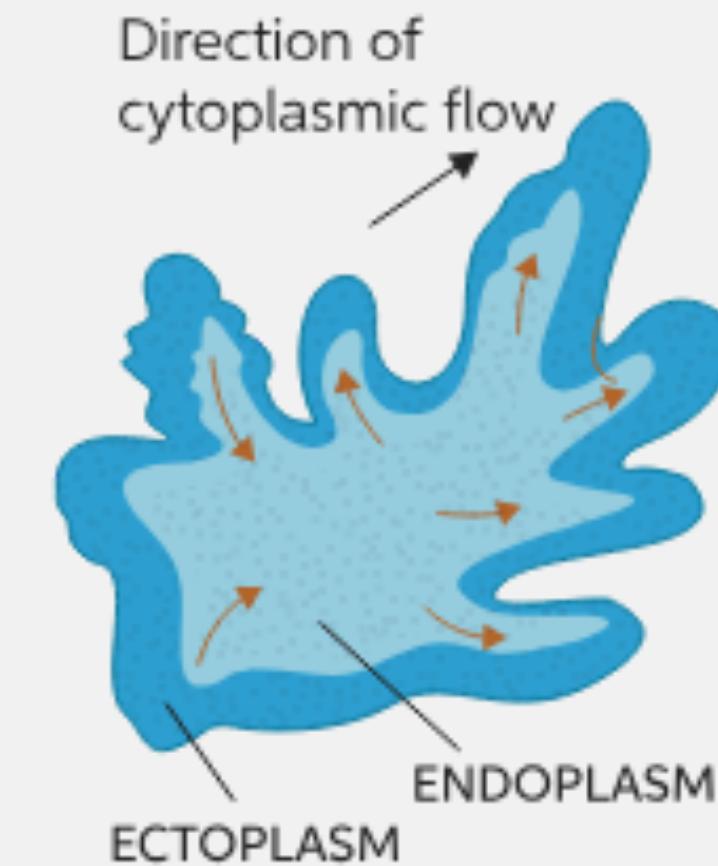
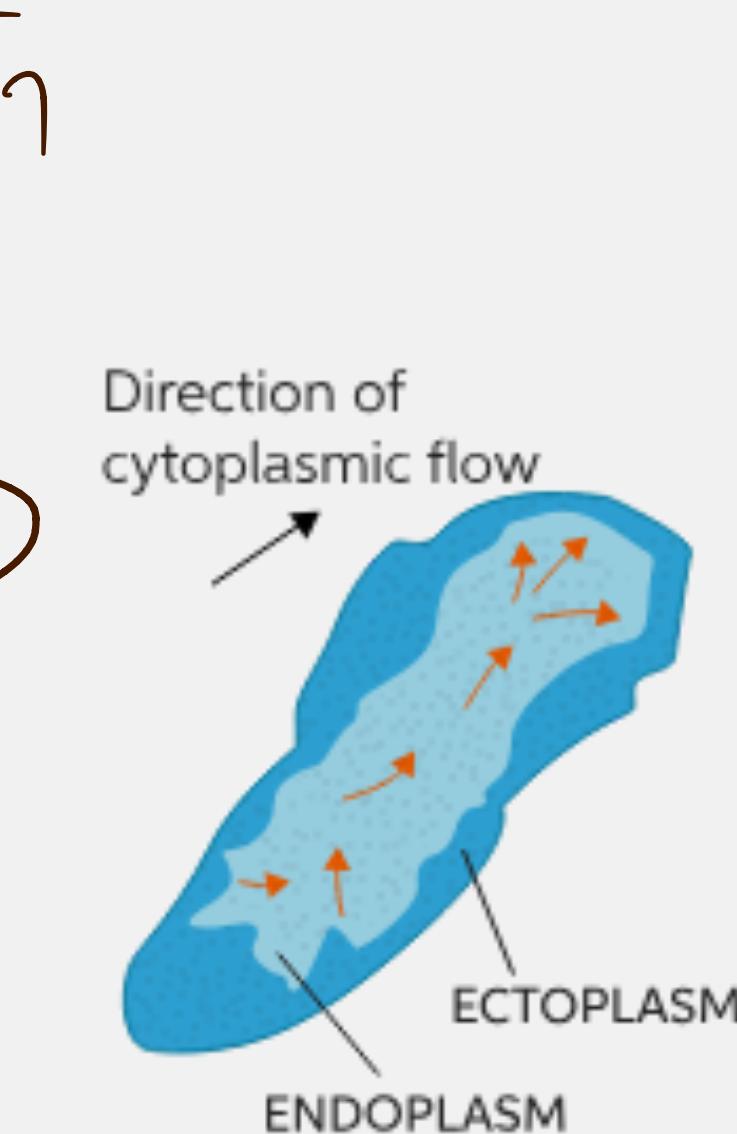
- hydroskeleton
- hard skeleton
- endoskeleton
- exoskeleton

การเคลื่อนที่ของสัมมีชีวตเซลล์เดียว

- จะมีเป็นสัมมีชีวตเซลล์เดียวในกลุ่มที่มีการเคลื่อนที่โดยการสร้าง **เท้าเทียม (pseudopodium)** ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสถานะของโซลิกพลาสซึมภายในเซลล์

↳ Cytoplasmic movement

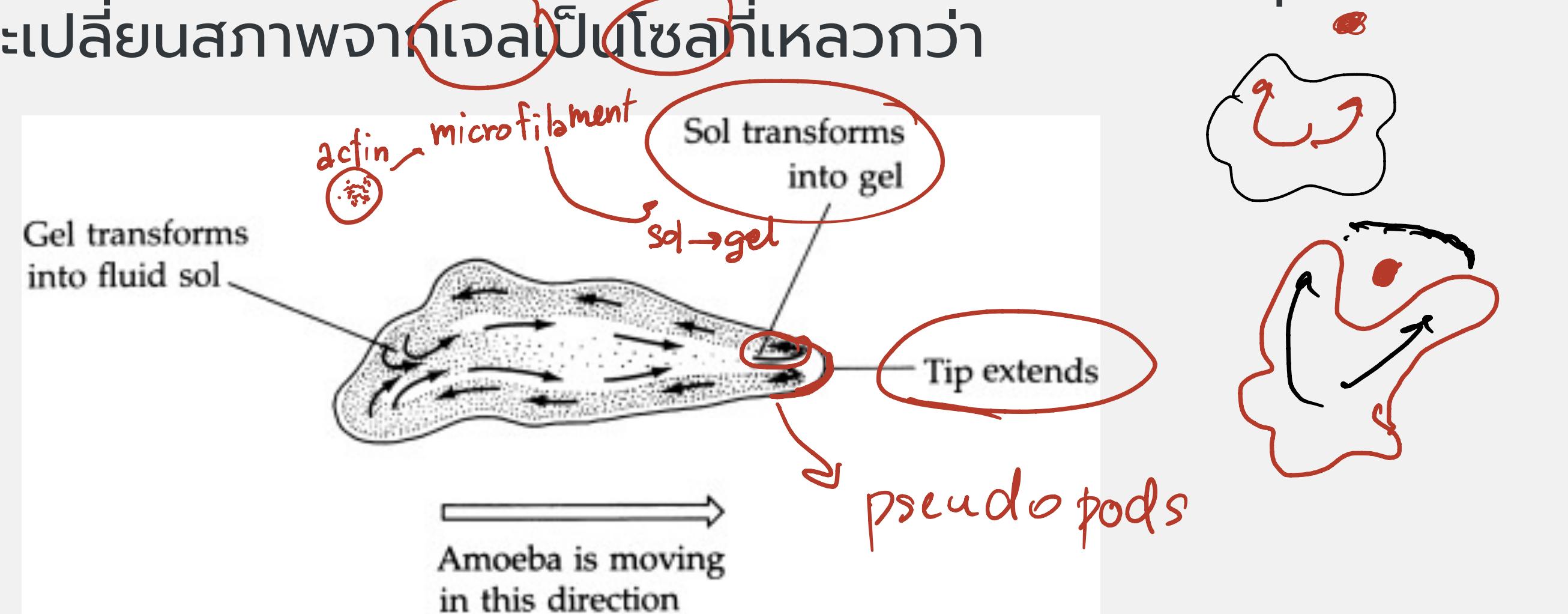
- ใช้โซลิกพลาสซึมที่อยู่ทางด้านในมีลักษณะเหลวใส (**sol**) เรียกใช้โซลิกพลาสซึมนี้ว่า **endoplasm** ส่วนใช้โซลิกพลาสซึมทางด้านนอกมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว (**gel**) เรียกใช้โซลิกพลาสซึมนี้ว่า **ectoplasm**



การเคลื่อนที่ของสัมมีชีวตเซลล์เดียว

Myosin

- ในไซโทพลาซึมของมีบ้ามีไมโครฟิลาเมนต์ (microfilament) ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยโปรตีน (**actin**) เลือนเข้าหากันทำให้เกิดการรวมกันของแอคทินหน่วยย่อยกล้ายเป็นไมโครฟิลาเมนต์ ทำให้ไซโทพลาสซึมเปลี่ยนสภาพจากโซลเป็นเจล หรือแอคทินแยกตัวออกเป็นหน่วยย่อยไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่ม ไซโทพลาสซึมจะเปลี่ยนสภาพจากเจลเป็นโซลได้เร็วกว่า



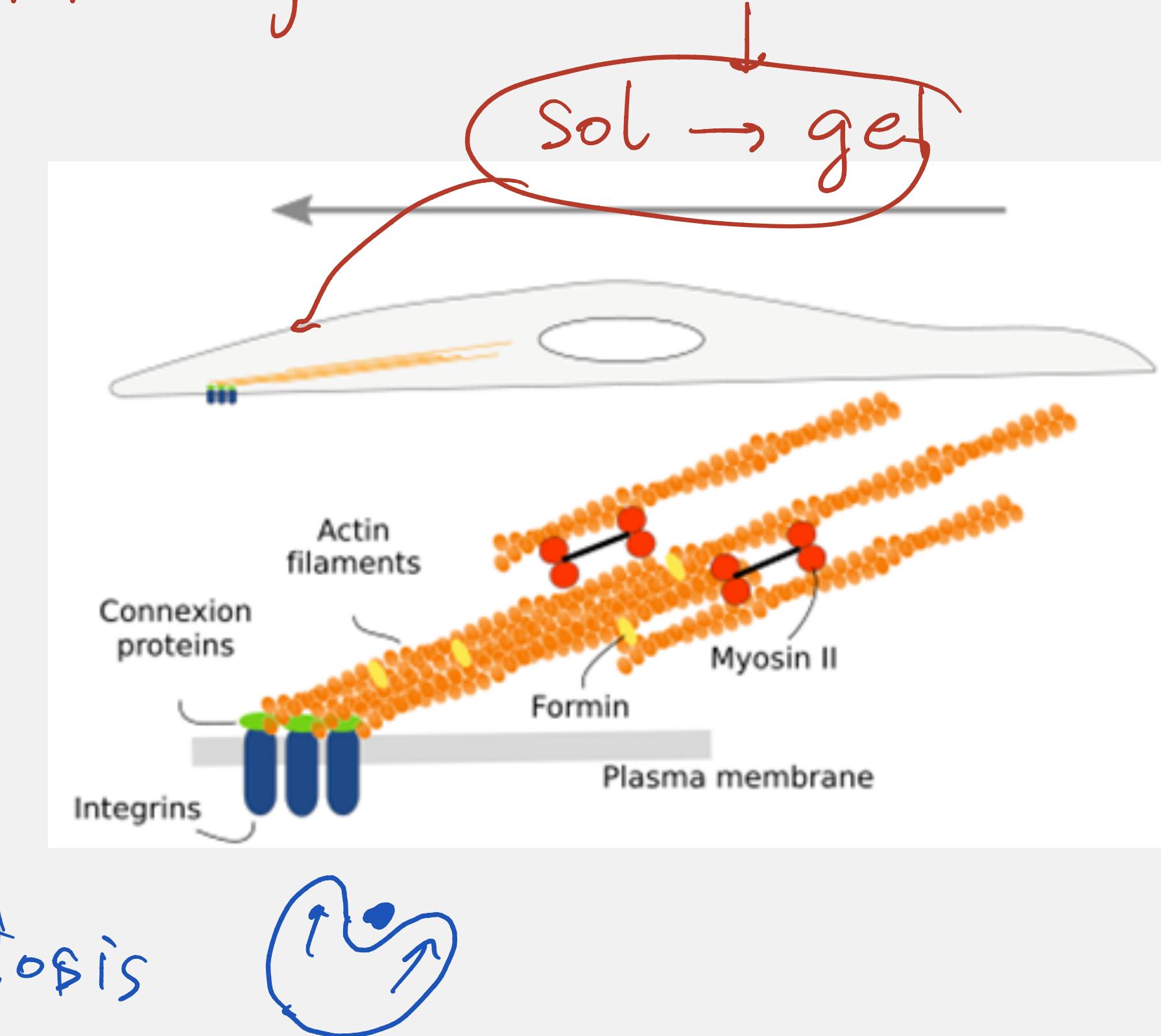
การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

- เมื่อแยก ~~หุ้น~~ ทำปฏิกิริยากับไมโโซิน (myosin) จะเกิดการ หดตัว ทำให้เกิดแรงบีบดันใช้ไพลาสซึมที่เหลือกว่าเคลื่อนที่ไปในลักษณะเท้าเกี้ยม (pseudopodium) ยื่นออกมา จากนั้นใช้ไพลาสซึมที่เหลือจะเคลื่อนตามเท้าเกี้ยมไป เรียกการเคลื่อนไหวแบบนี้ว่า การเคลื่อนไหวแบบมีหัว หรือแบบมีหัวบอยด์ (amoeboid movement) [ลักษณะแบบนี้ยังพบในเซลล์สัตว์ คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวในการจับกินสิ่งแปรปรวน]

Phagocytosis



actin + myosin → Micro filament



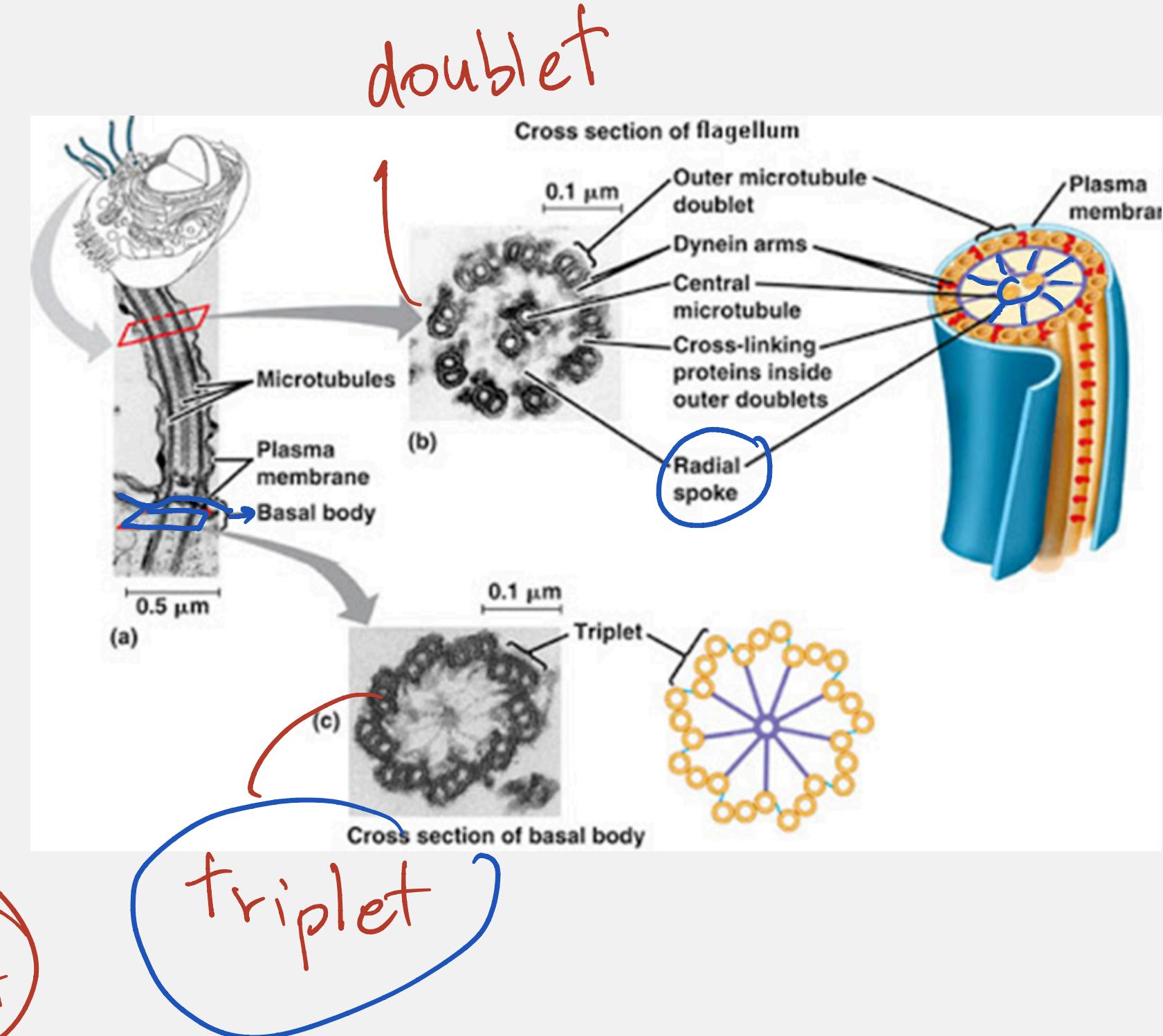
การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวโดยใช้ซีเลีย และแพลกเจลลัม

Cytoskeleton

- ซีเลียและแพลกเจลลัม (มีส่วนประกอบพื้นฐานคล้ายกันคือ **microtubule**) เป็นแกนอยู่ตรงกลาง 2 หลอด และรอบๆ หลอดเล็กติดกันอยู่เป็นคู่ๆ 9 คู่ ซึ่งมีการจัดเรียงกันแบบ **9+2** (เรียงตัวเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 2 ในโครงสร้าง และมี 2 ในโครงสร้าง อยู่ตรงกลาง) รวมมีทั้งหมด 20 ในโครงสร้าง

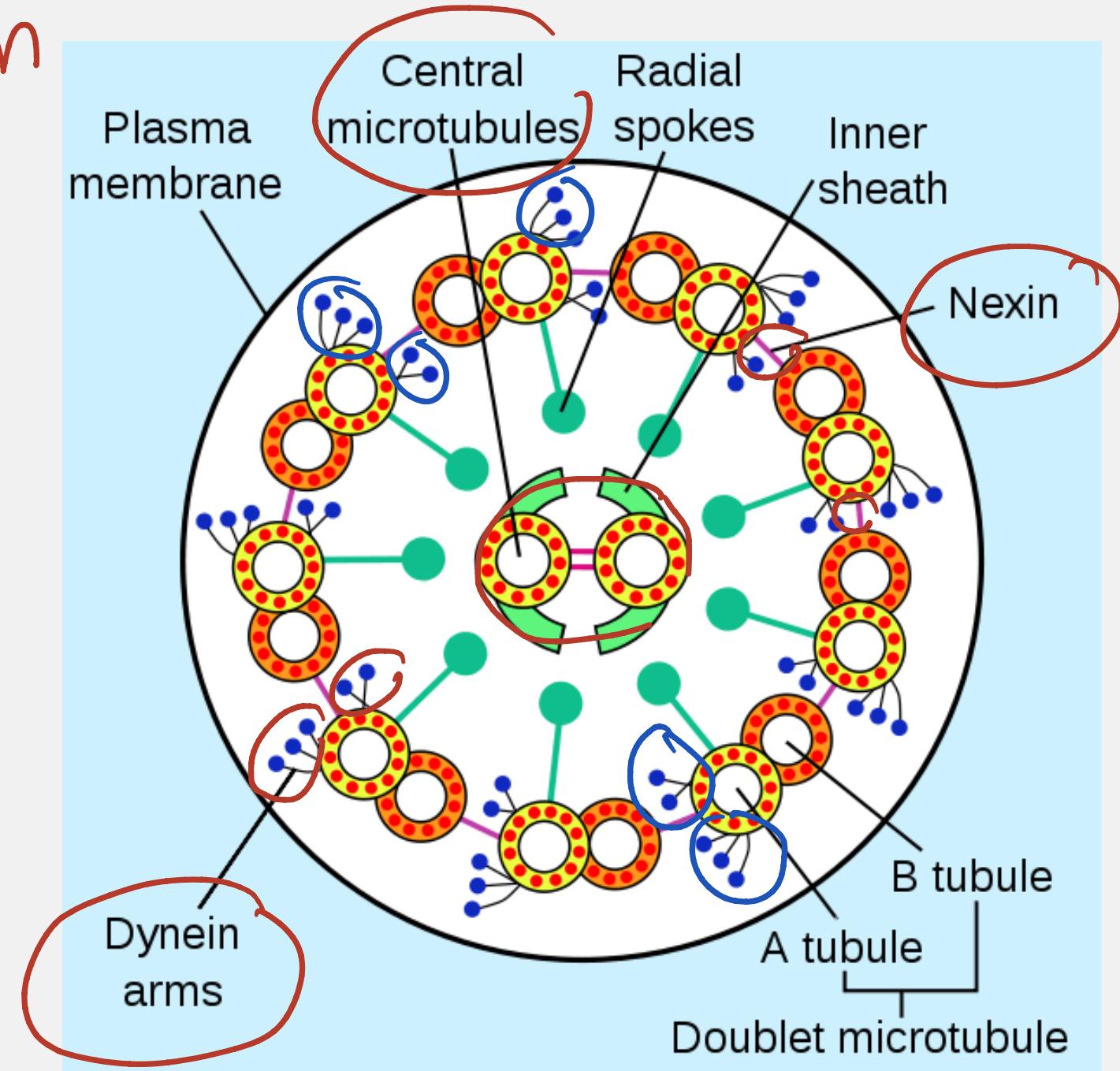
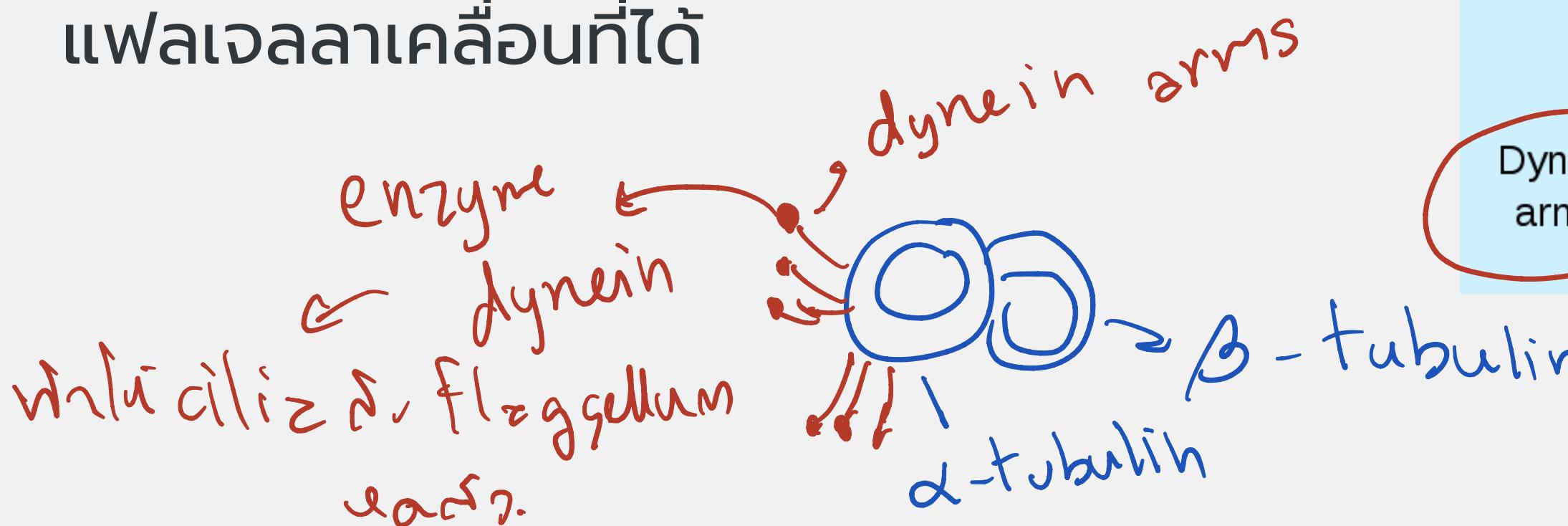
- โครงสร้างทั้งหมดมีเยื่อบางๆ หุ้มอีกชั้นหนึ่ง เป็นเยื่อที่ต่อเนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์ในซีเลียและแพลกเจลลัมแต่ละเส้นซึ่งอยู่ลึกลงไปในเยื่อหุ้มเซลล์ เรียกว่า **basal body** หรือ ไคโนโซม (kinetosome) มีการเรียงตัวแบบ **9+0**

27



การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวโดยใช้ซีเลีย และแพลกเจลลัม

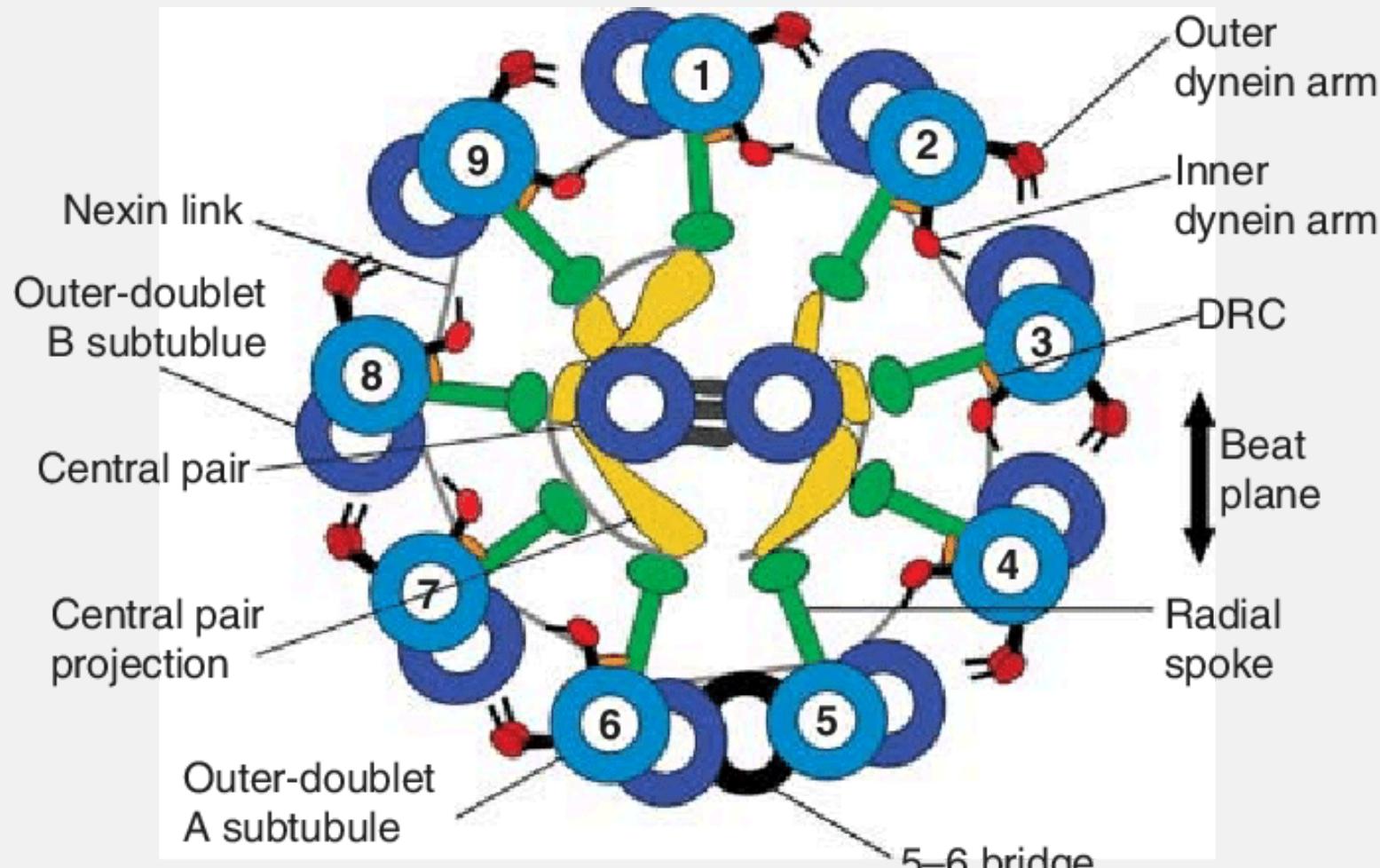
- ในโครงสร้างประกอบด้วยโปรตีนทูบูลิน ซึ่งมี 2 โมโนเมอร์คือ แอลฟ่าทูบูลิน และ เบต้าทูบูลิน ระหว่างในโครงสร้างมีโปรตีนที่เรียกว่า ไนนีนอาร์ม (dynein arms)
- ไนนีนอาร์มเกี่ยวข้องกับ เอนไซม์ไนนีน ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การหดตัวทำให้ซีเลียและแพลกเจลลามเคลื่อนที่ได้



การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวโดยใช้ซีเลีย และแพลกเจลลัม

การเรียงตัวของไมโครกิบูลที่เป็นแบบ 9+2 นั้นในไมโครทูบูลที่เรียงเป็นวงอยู่รอบนอกประกอบด้วย 2 ซับไฟเบอร์คือ

- ซับไฟเบอร์เอ มีทูบูลิน 13 อัน มีแขนสั้น ๆ 2 แขน เรียก ไดเนินอาร์มด้านนอก (outer dynein arm) และไดเนินอาร์มด้านใน (inner dynein arm) หันไปทางซับไฟเบอร์บีของไมโครกิบูลอีกชุดหนึ่ง
- ซับไฟเบอร์บี มีทูบูลิน 11 อัน ซึ่งเป็นซับไฟเบอร์ที่ไม่สมบูรณ์ การเรียงตัวของโปรตีนทูบูลินต้องใช้ร่วมกับโปรตีนของทูบูลินซับไฟเบอร์เอ



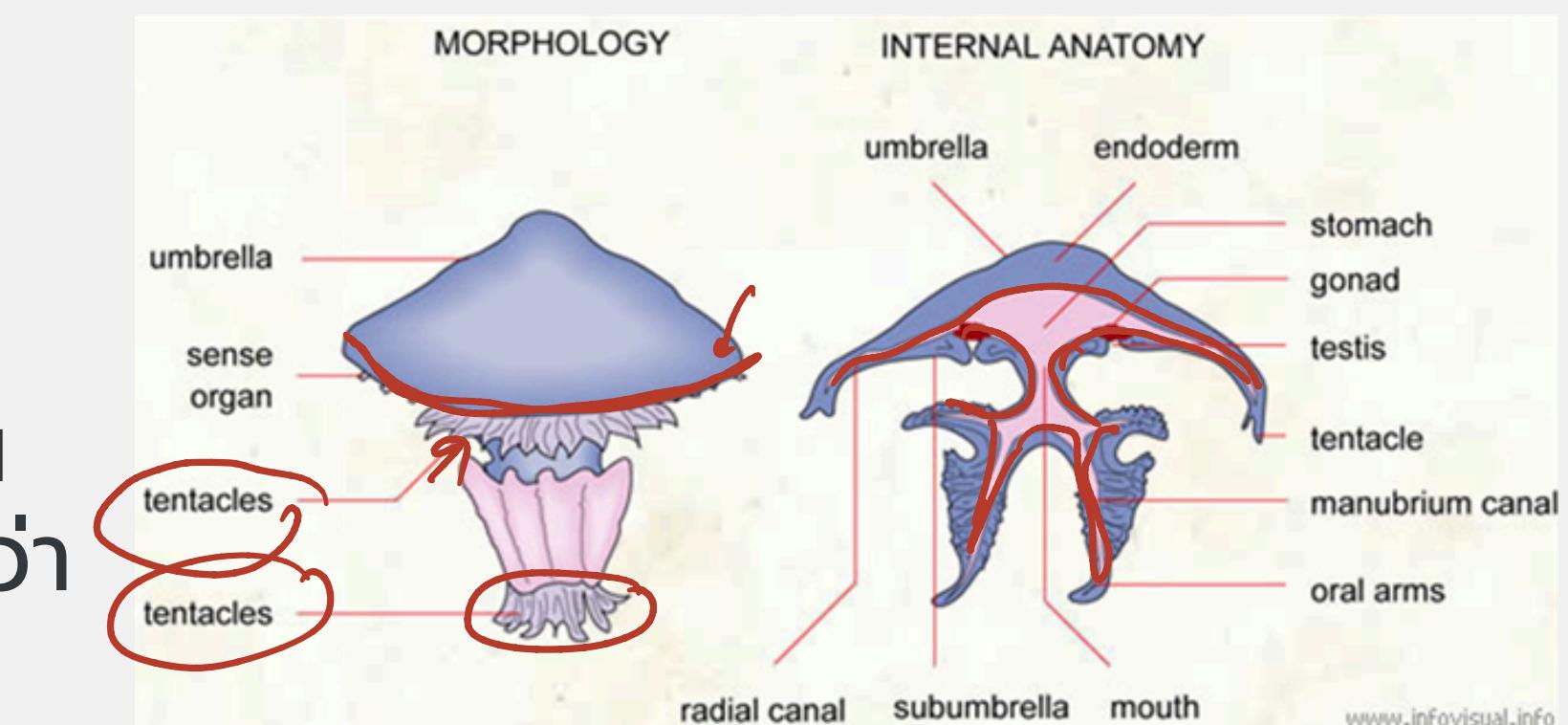
การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

การเคลื่อนที่โดยอาศัยแรงดันน้ำ (hydrostatic pressure)

- แมงกะพรุน (jellyfish)
 - ไม่มีกล้ามเนื้อและโครงสร้างแข็งให้กล้ามเนื้อยึดเกาะ ในระยะเมดูชา (medusa) มีรูปร่างคล้ายกระดิ่ง และมีเทนตาเคลื่อนมากมาย โครงสร้างเป็นของเหลว (**hydrostatic skeleton**) โดยภายในลำตัวมีของเหลวอัดแน่นและมีปริมาณคงที่ เเรียกว่า **mesoglea**

การเคลื่อนที่ของสัตว์แบบไม้อาศัย Antagonism

Cnidaria

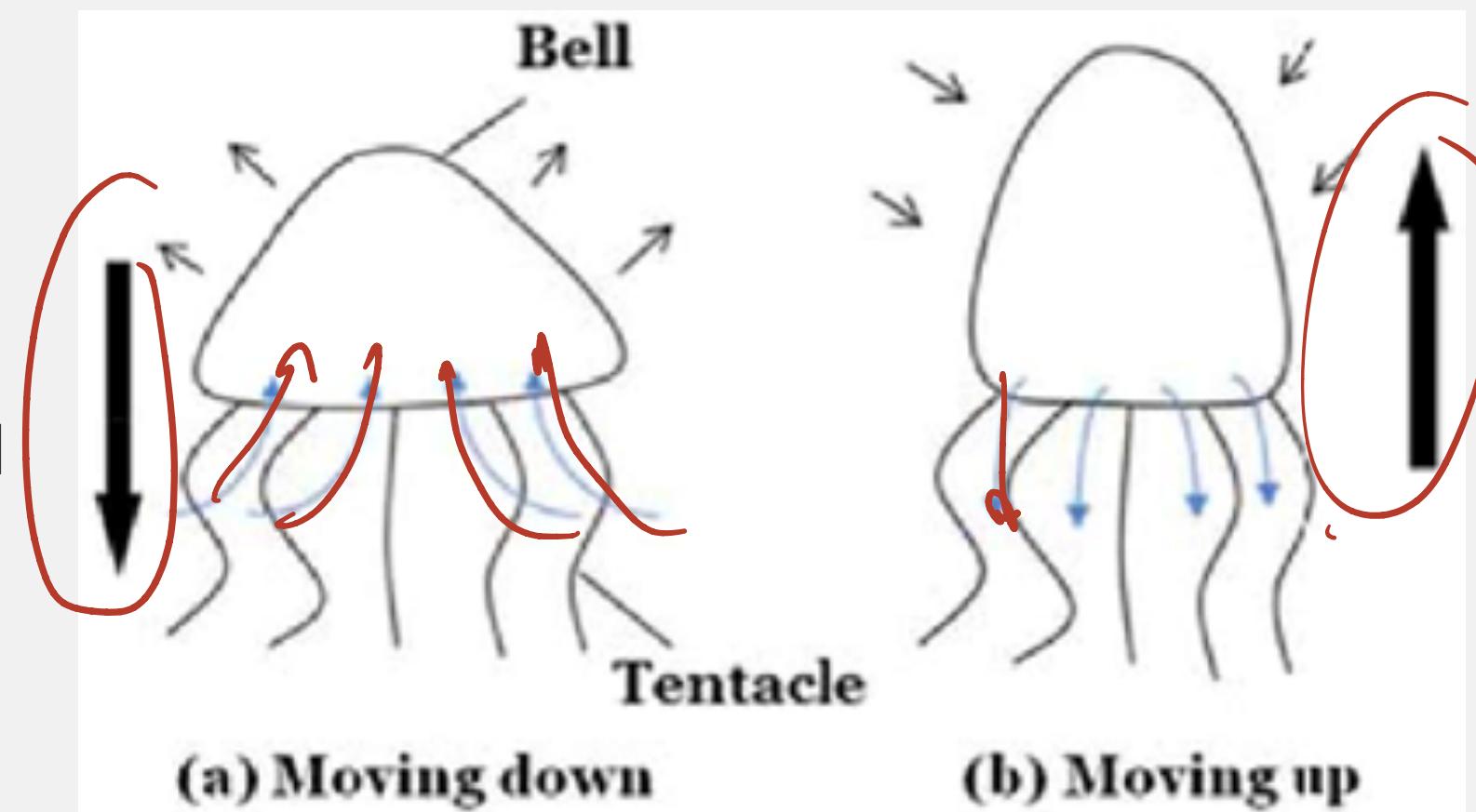


การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

การเคลื่อนที่ของสัตว์แบบไม้อาศัย Antagonism

- แมงกะพรุน (jellyfish)

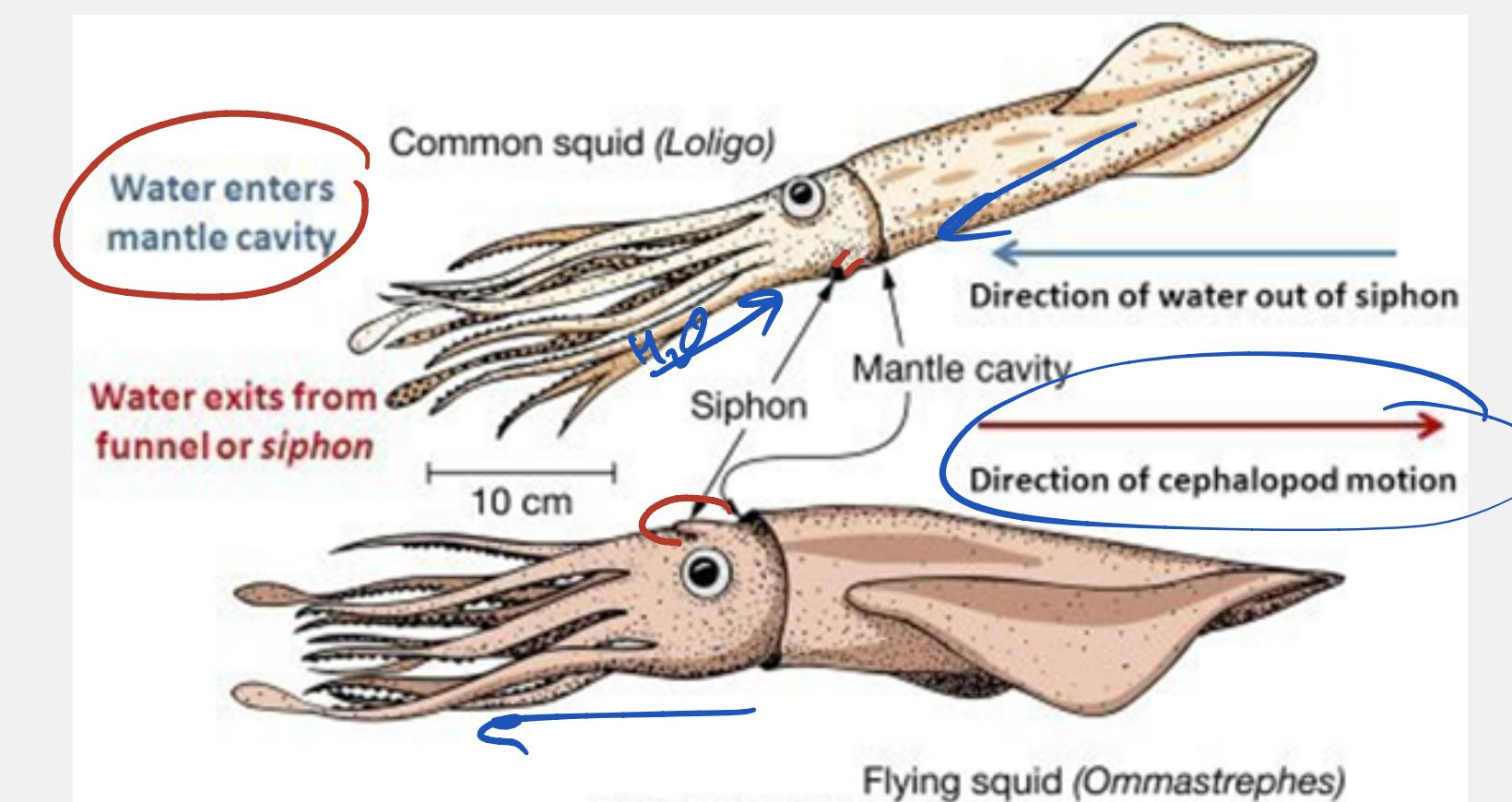
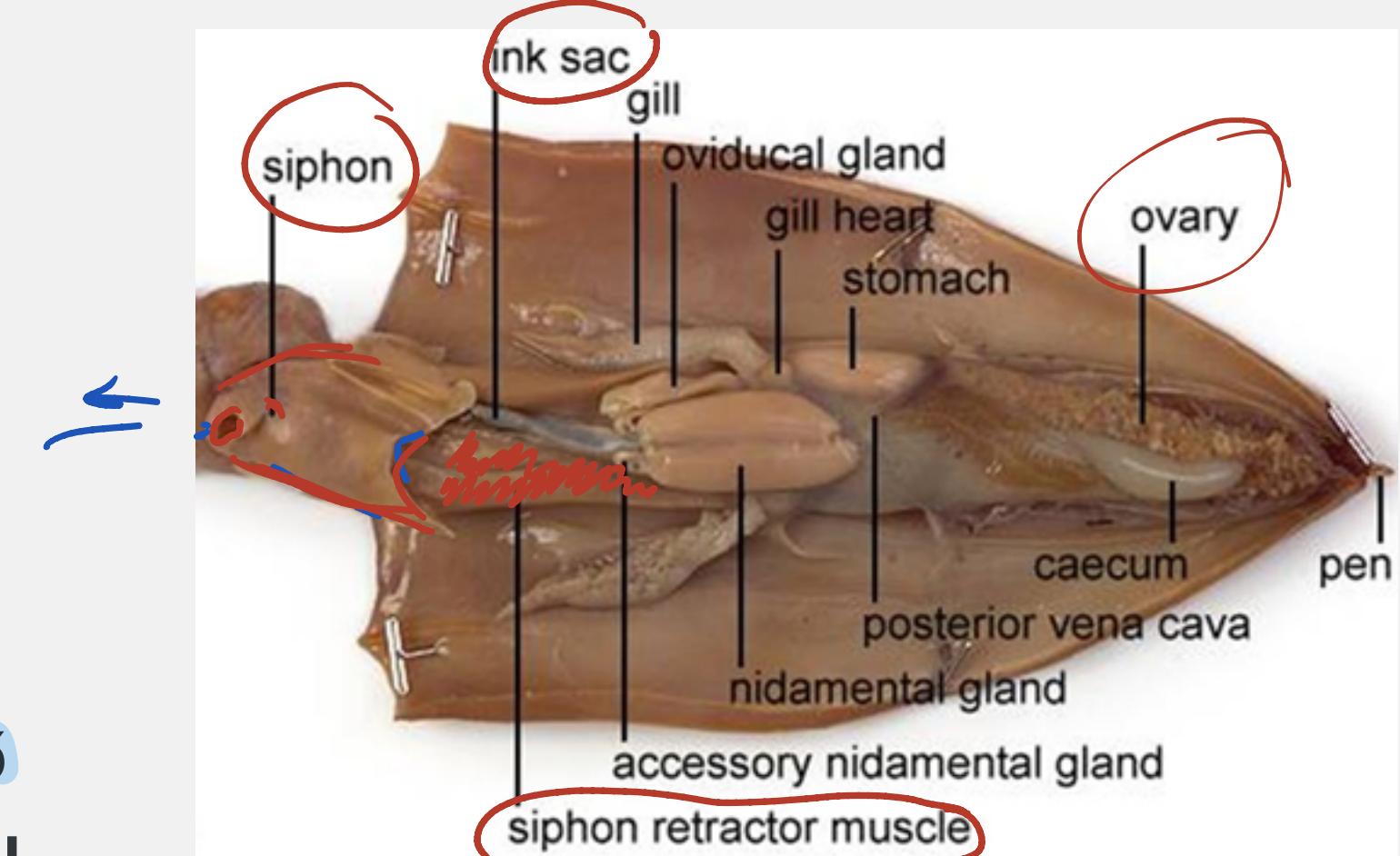
- การเคลื่อนที่ของแมงกะพรุนอาศัยแรงดันน้ำที่เกิดจากการ กดตัวของเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณขอบกระดึง และที่ ผนังลำตัวสลับกัน ซึ่งจะพ่นน้ำออกมายังด้านล่างแรงพ่นน้ำนี้จะทำให้ดันตัวเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับทิศที่พ่นน้ำออกมา แต่ไม่มีการทำงานแบบแอนทากอนิซึม เพราะเป็นเพียงการ กดตัวและคลายตัวของบริเวณขอบกระดึงเท่านั้น



การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

• หมึก (cephalopod)

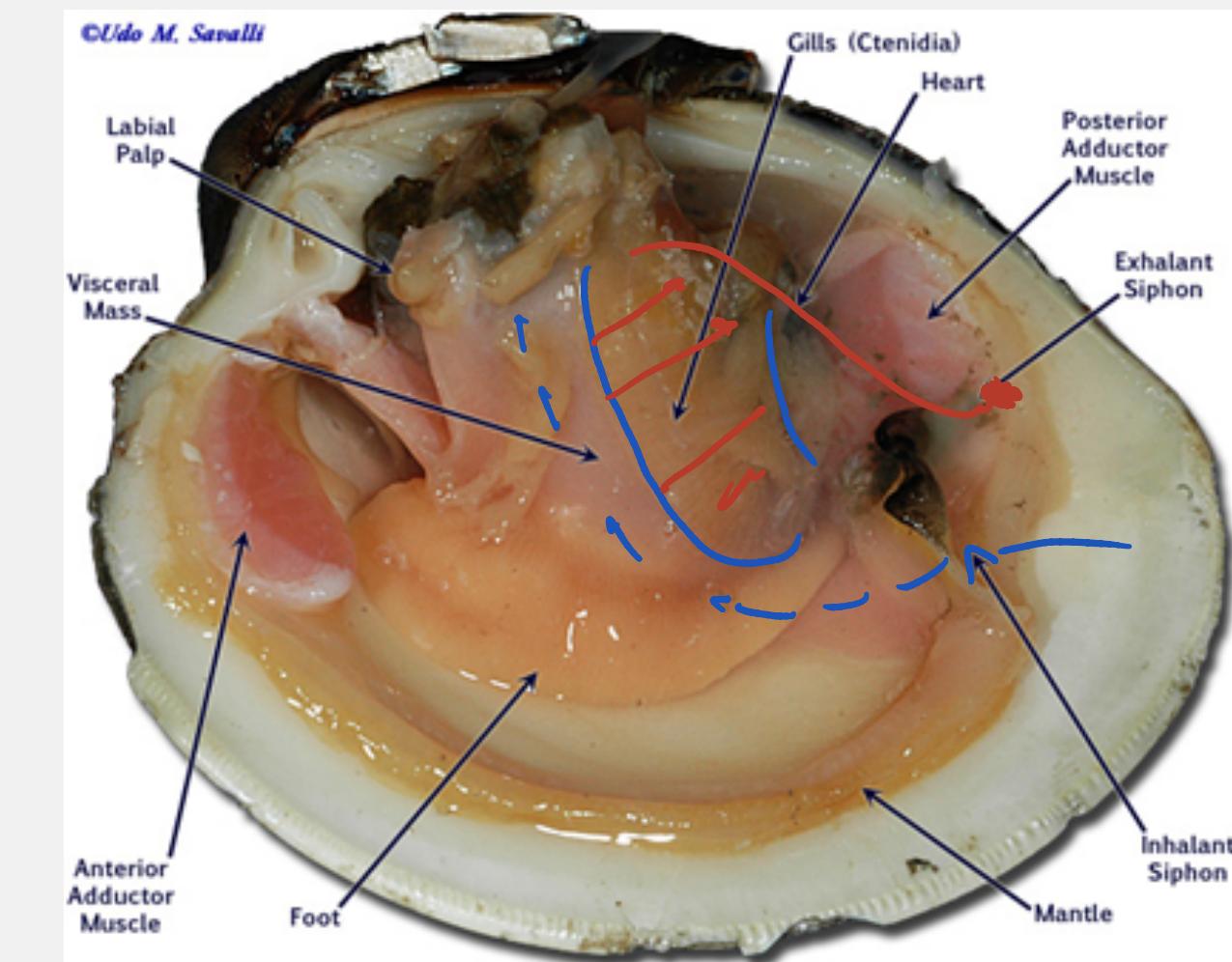
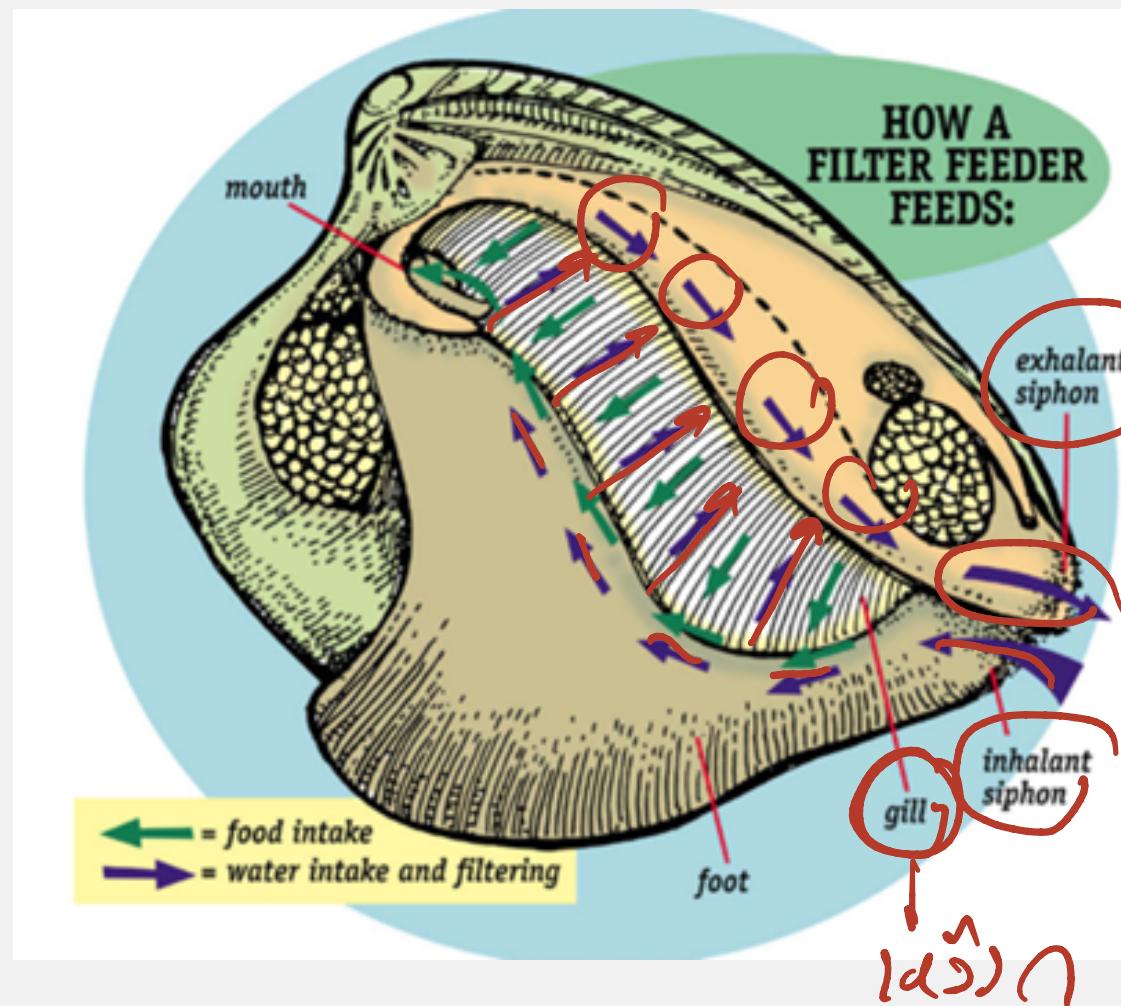
- เคลื่อนที่โดยอาศัยแรงดันน้ำ เช่น กับแมงกะพรุน โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อ บริเวณลำตัวให้น้ำภายในลำตัวพ่นออกมากทางท่อไซฟอน (siphon) ส่งผลให้หมึกสามารถเคลื่อนที่ไปใน กีดกันที่ตั้งขึ้นกับกีดกันของน้ำที่พ่นออกมาน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงกีดกันได้ โดยอาศัยการ ทำงานของกล้ามเนื้อ siphon retractor muscle การทำงานโดยการหดตัวและคลายตัวของกล้าม เนื้อชุดนี้ไม่จัดเป็นทางในการเดิน เพราะเป็นกล้ามเนื้อ ชุดเดียว ดังนั้นการเคลื่อนที่ของหมึกจึงอาศัยแรงดันน้ำเพื่อใช้ในการวนเวียนจากศัตรู



การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

- หอย 2 ผ้า (bivalves)

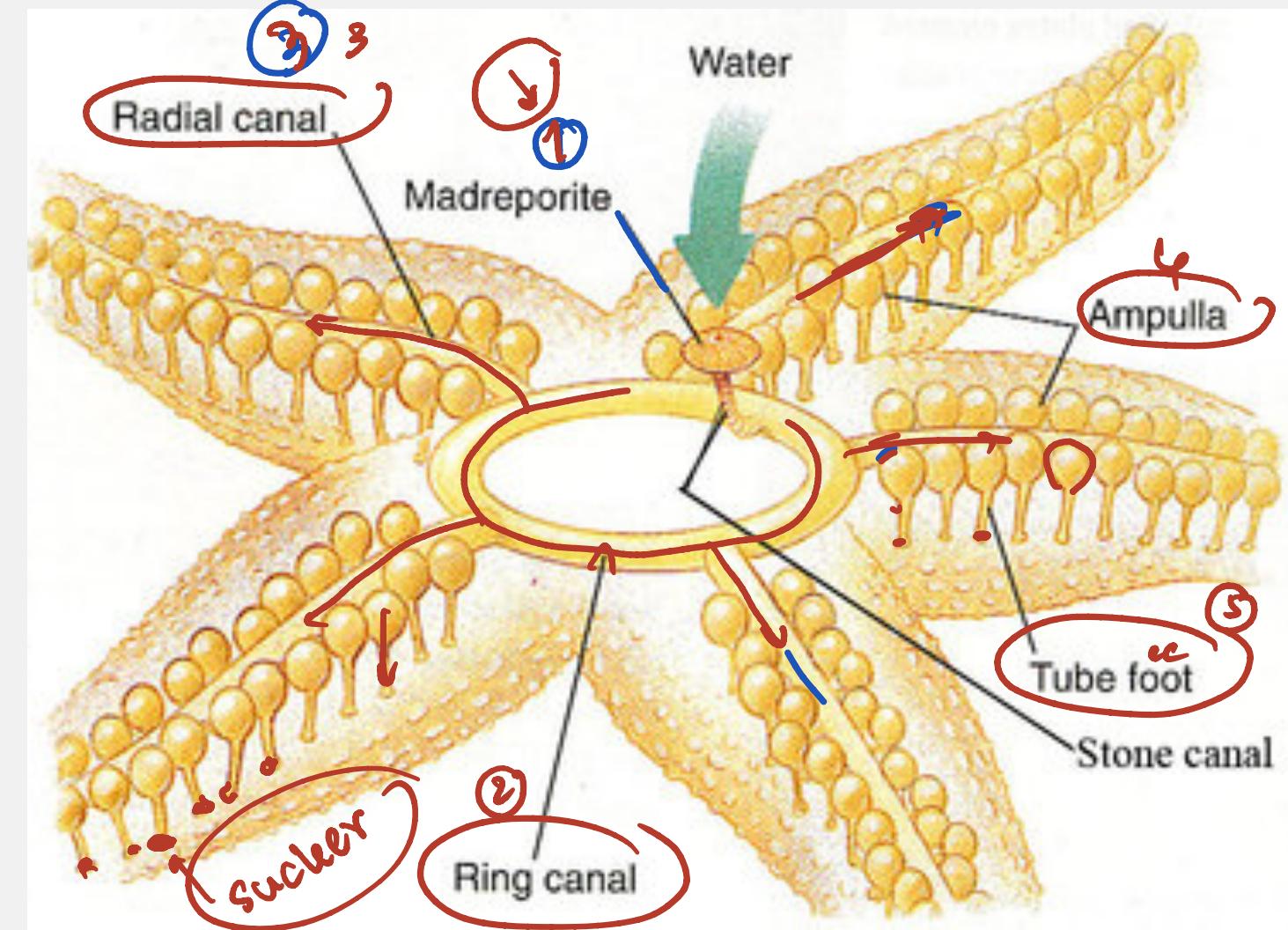
- พ่นน้ำโดยใช้ก่อหน้าแบบไฟฟ่อน 2 อัน คือ exhalant siphon นำน้ำออกโดยอาศัยแรงดันน้ำและ inhalant siphon นำน้ำเข้าโดยอาศัยแรงดันน้ำ



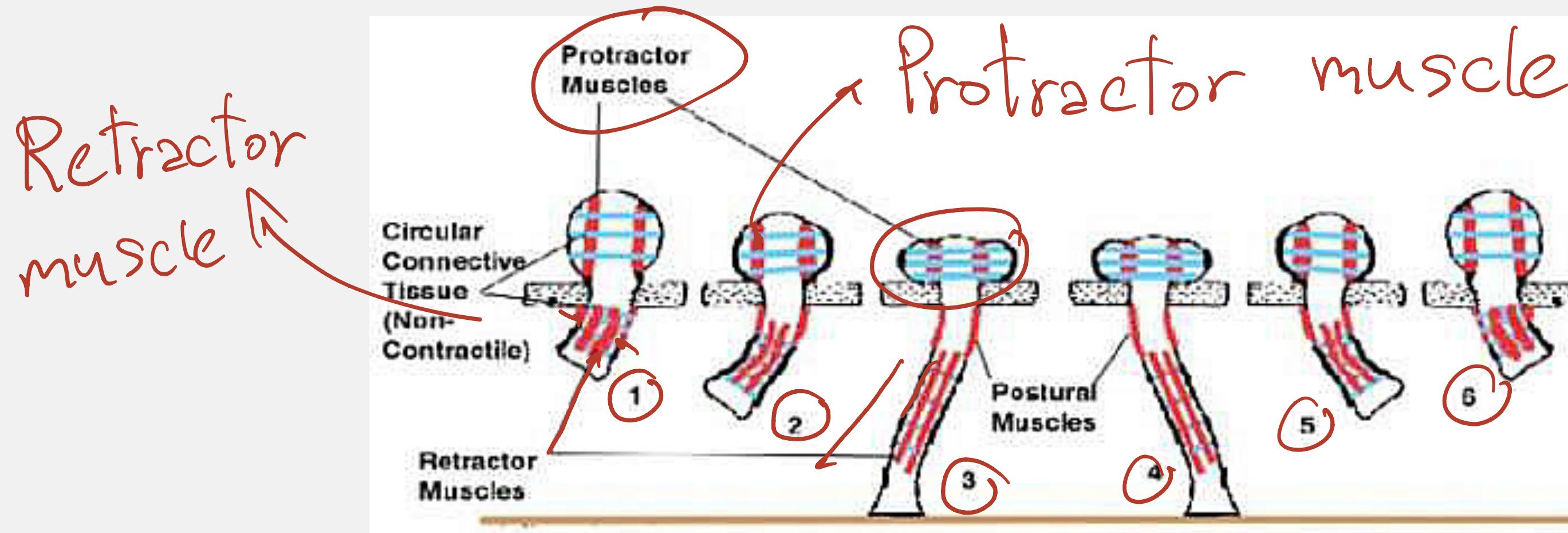
การเคลื่อนที่โดยอาศัยระบบหัวน้ำ (Water vascular system)

• ดาวทะเล (Echinodermata)

- เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของระบบหัวน้ำ เป็นหลัก โดยน้ำจะเคลื่อนที่เข้ามาทางช่องที่เรียกว่า **madreporite** และจึงส่งต่อผ่านระบบหัวน้ำก่อนจะเข้าไปในกระเพาะขนาดเล็กเรียกว่า **ampulla** จากนั้นกล้ามเนื้อบริเวณ ampulla จะหดตัว ทำให้ส่วนของ tube feet ยึดไปแตะพื้นใต้น้ำได้ เมื่อต้องการจะหด tube feet กลับคืนจะมีการดูดน้ำกลับเข้าไปเก็บไว้ใน **ampulla** ใหม่อีกครั้ง tube feet
- บริเวณปลายสุดของ tube feet จะมี **แผ่นดูด (sucker)** ช่วยให้การยึดเกาะและการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น



การเคลื่อนที่โดยอาศัยระบบหัวน้ำ (Water vascular system)



- **การเคลื่อนที่ของดาวทะเลเกิดขึ้นดังรูป**
 - กล้ามเนื้อปริเวณแ้อมพูลา **หดตัวจะดันน้ำไปยังไฟเดียม ทำให้ไฟเดียมยืดยาว** (รูปที่ 1 2 และ 3)
 - กล้ามเนื้อของไฟเดียมหดตัว**ทำให้ไฟเดียมสั้นลงจะดันน้ำไปยังแ้อมพูลา** แ้อมพูลาขยายขนาดและกล้ามเนื้อคลายตัว (รูปที่ 4 5 และ 6)

~~ในขณะที่แ้อมพูลาหดตัวและไฟเดียมยืดยาว ถ้ากล้ามเนื้อด้านใดด้านหนึ่งของไฟเดียมหดตัวจะทำให้ไฟเดียมเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างได้~~ (รูปที่ 3 และ 4)

การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

↑ hydro skeleton

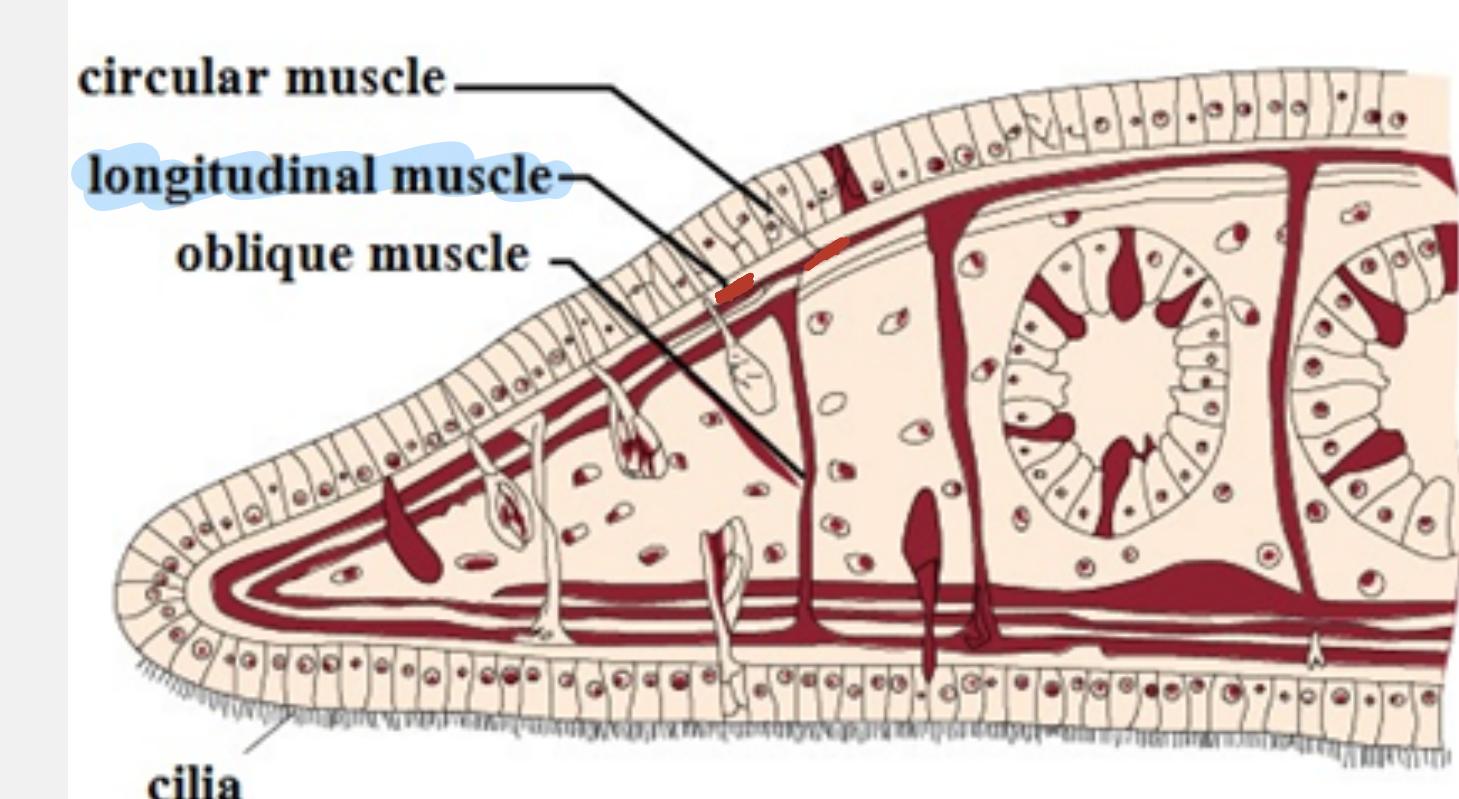
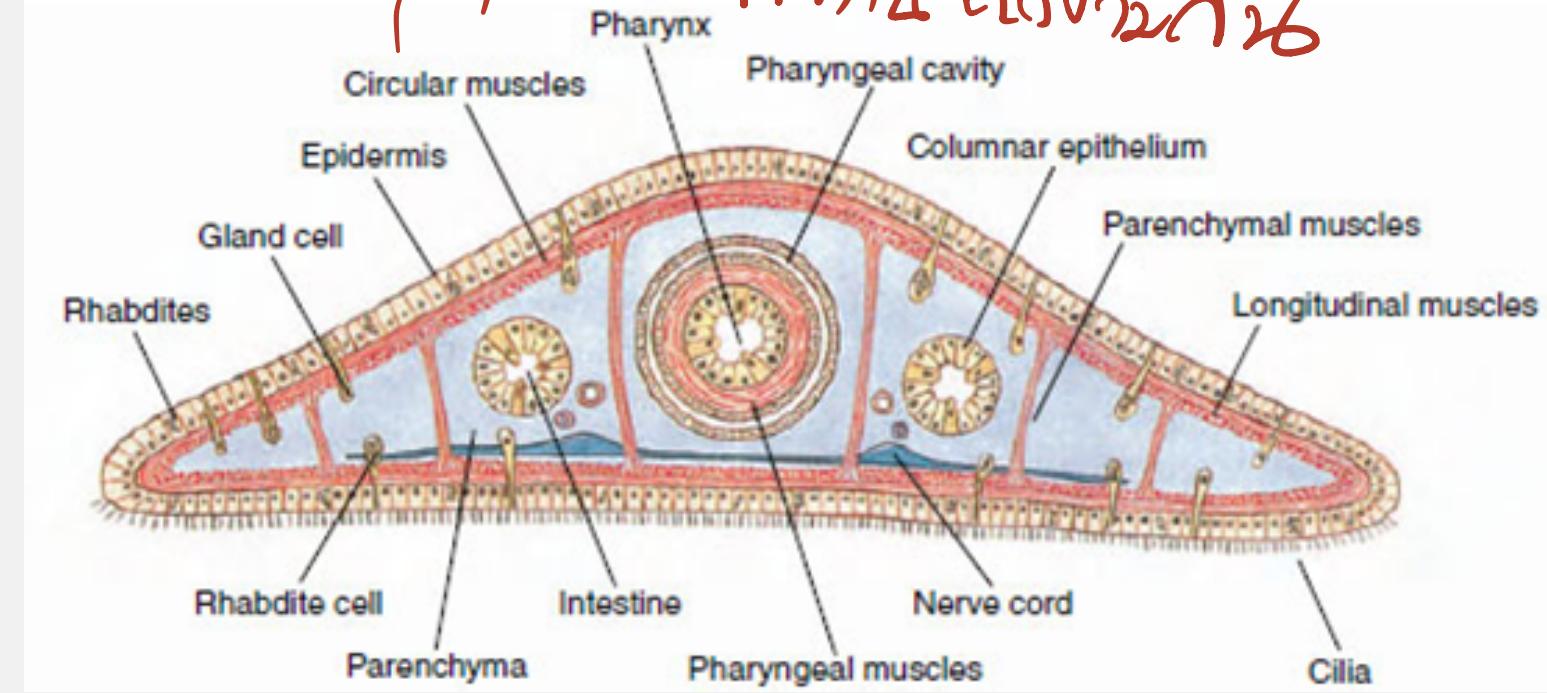
สัตว์ที่ไม่มีโครงร่างแข็ง

• วนานาเรีย → *platyhelminthes*

- เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มแรก ๆ ที่มีกล้ามเนื้อสำหรับใช้ในการเคลื่อนที่
- มีกล้ามเนื้อ 2 ชุด คือ **กล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle)** และ **กล้ามเนื้อวง (circular muscle)** ซึ่งมีการทำงานแบบ antagonism กัน ทำให้สามารถเคลื่อนไหวได้ และยังมี **กล้ามเนื้อบนล่าง (dorsal-ventral muscle)** ทำให้ตัวแบบพรี้วไปในน้ำ เคลื่อนตัวไปแบบวัดๆ ๆ ได้

การเคลื่อนที่ของสัตว์แบบอาศัย Antagonism

จำนวน 2 ชุด
⇒ ทำกาก ๔๐๖๒๖



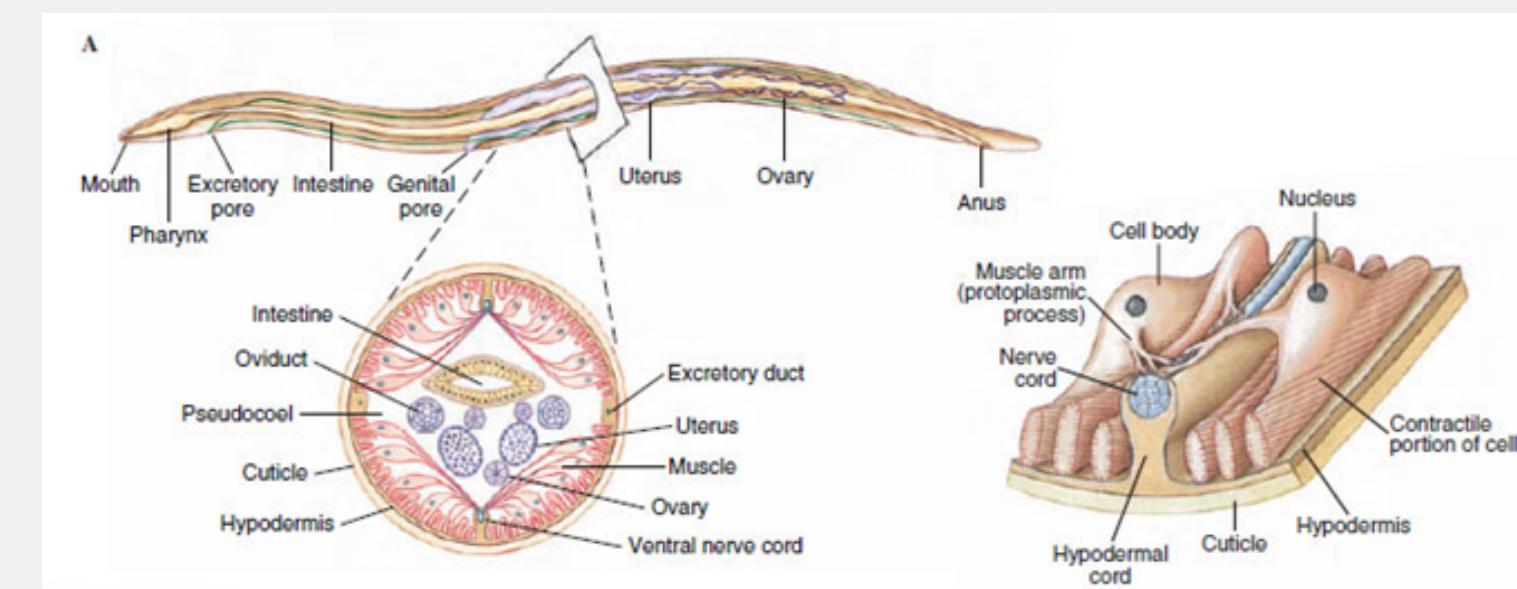
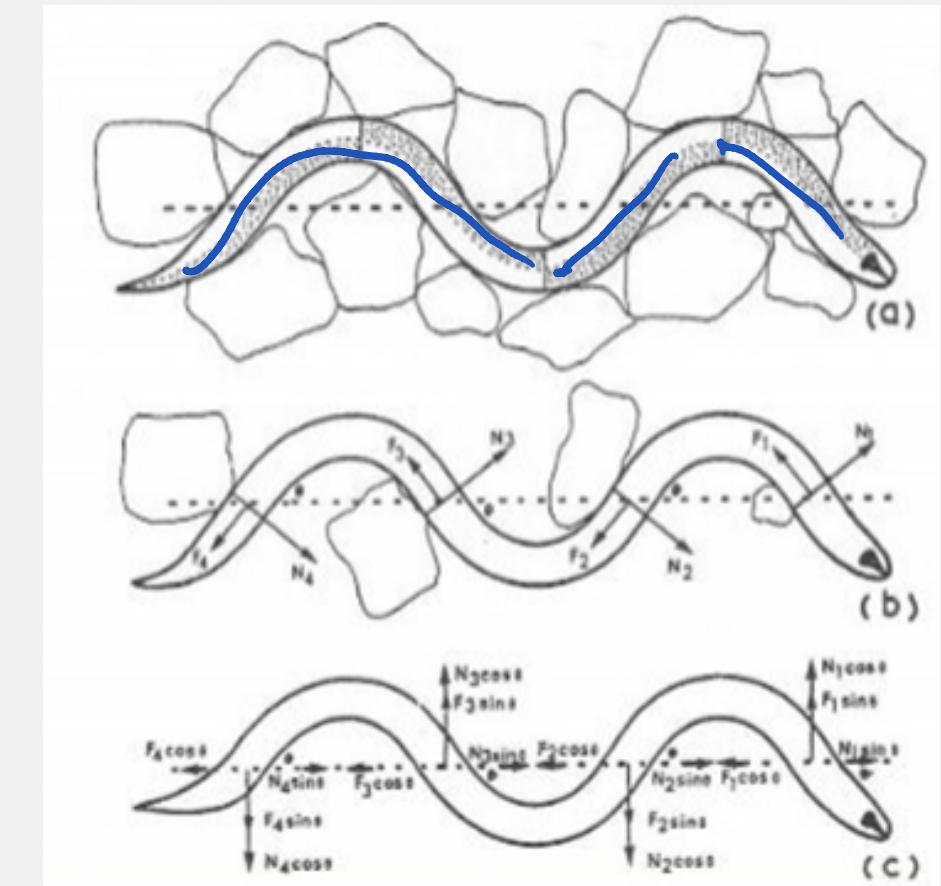
การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

การเคลื่อนที่โดยอาศัยระบบกล้ามเนื้อ
(แต่ไม่เป็นแบบแวนกานบีซึม)

Nematoda

- หนอนตัวกลม เช่น พยาธิไส้เดือน พยาธิตัวจีด พยาธิเส้นด้าย
 - เคลื่อนที่โดยอาศัย กล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle) เมื่อหดตัวทำให้เกิดการเคลื่อนที่จากด้านหัวไปด้านท้ายของลำตัว ทำให้งอตัวสลับไปมา บังคับทิศทางการเคลื่อนที่ไม่ได้

การเคลื่อนที่ของสัตว์แบบไม้อาศัย Antagonism

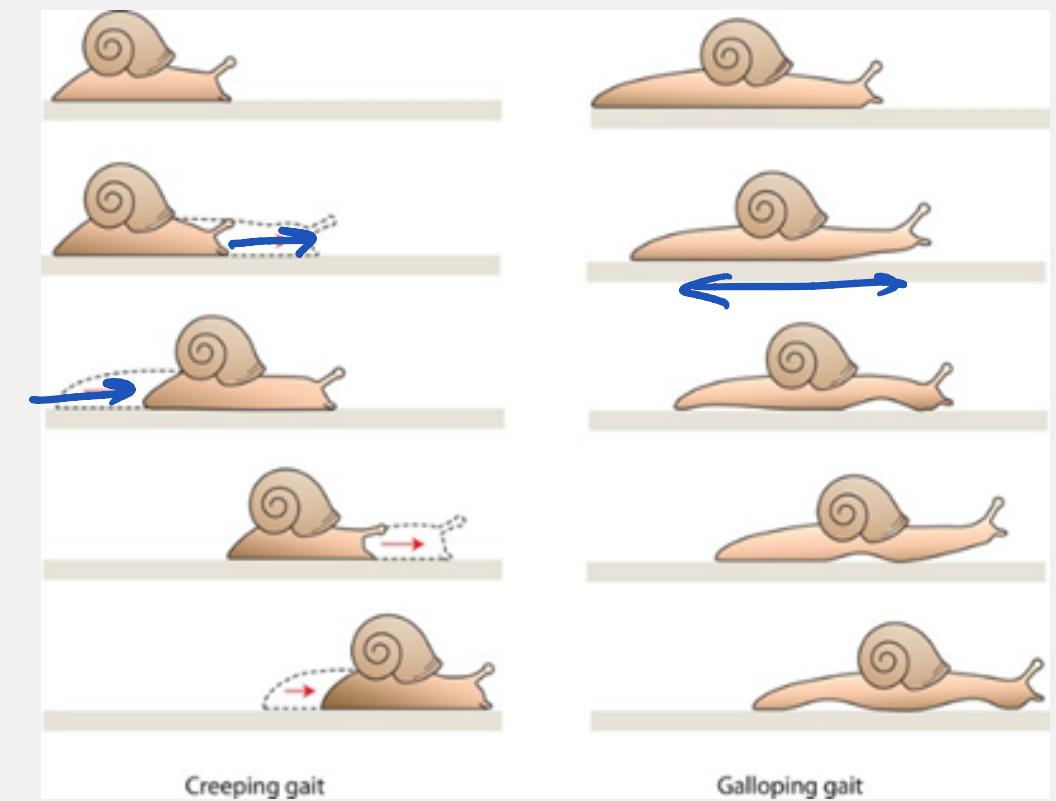
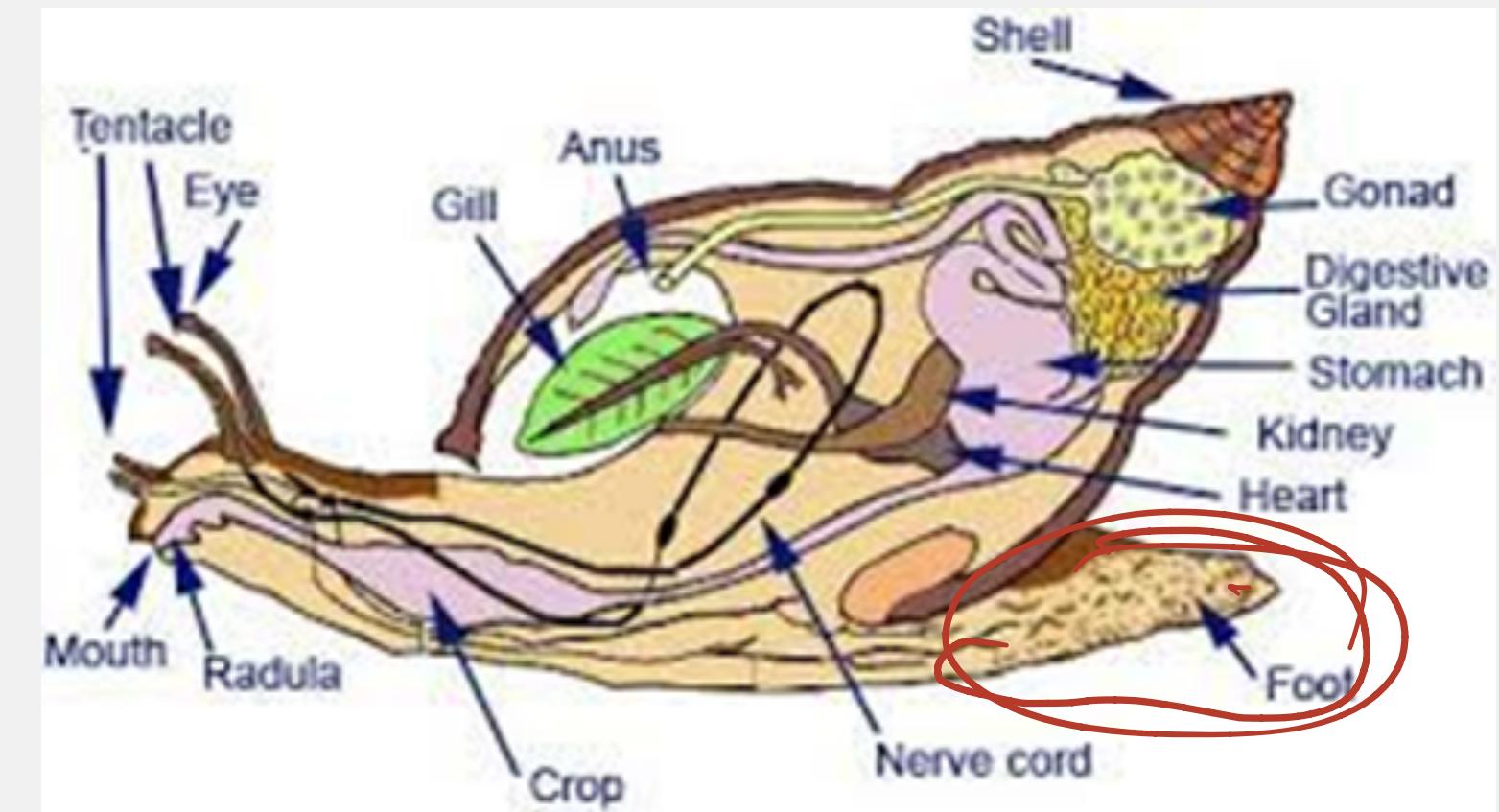


การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

การเคลื่อนที่โดยอาศัยระบบกล้ามเนื้อ
(แต่ไม่เป็นแบบแอนามบิซึม)

- หอยฝาเดียว (**gastropod**) เช่น หอยทาก
 - ใช้ **กล้ามเนื้อเท้า (muscular foot)** ในการเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ของสัตว์แบบไม้อาศัย Antagonism



Anelida

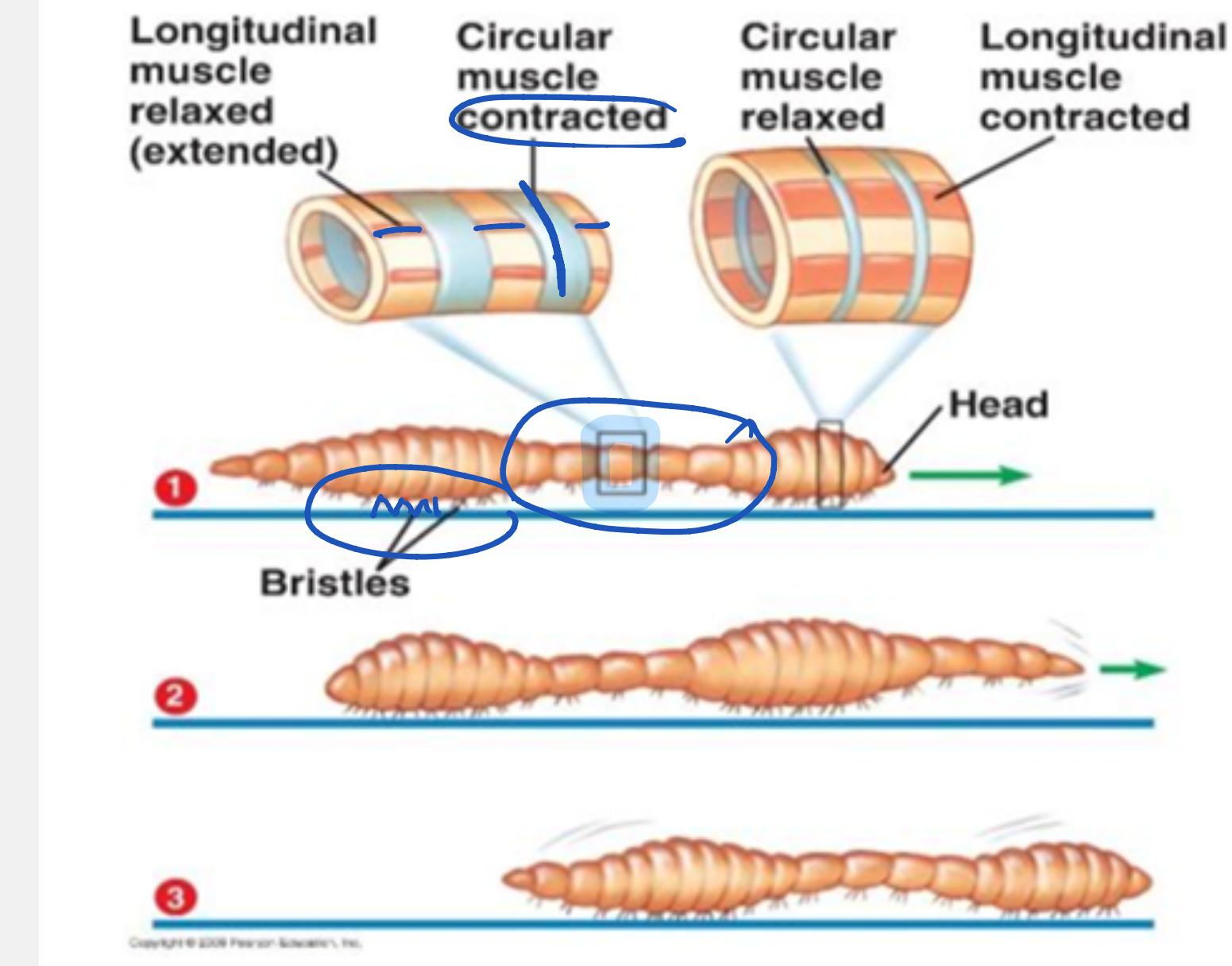
longitudinal muscle

• ไส้เดือนดิน

- อาศัยการทำงานสัมพันธ์กันของกล้ามเนื้อ 2 ชุด คือ กล้ามเนื้อวงและ กล้ามเนื้อตามยาวแบบแอบนตากอนซึ่ม Circular muscle

- แต่ละปล้องยังมี **เดือย (setae)** เป็นโครงสร้างเล็ก ๆ ที่ยึดอวကจากผนังลำตัวรอบปล้องช่วยให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ ขณะเมื่อไส้เดือนดินต้องการจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

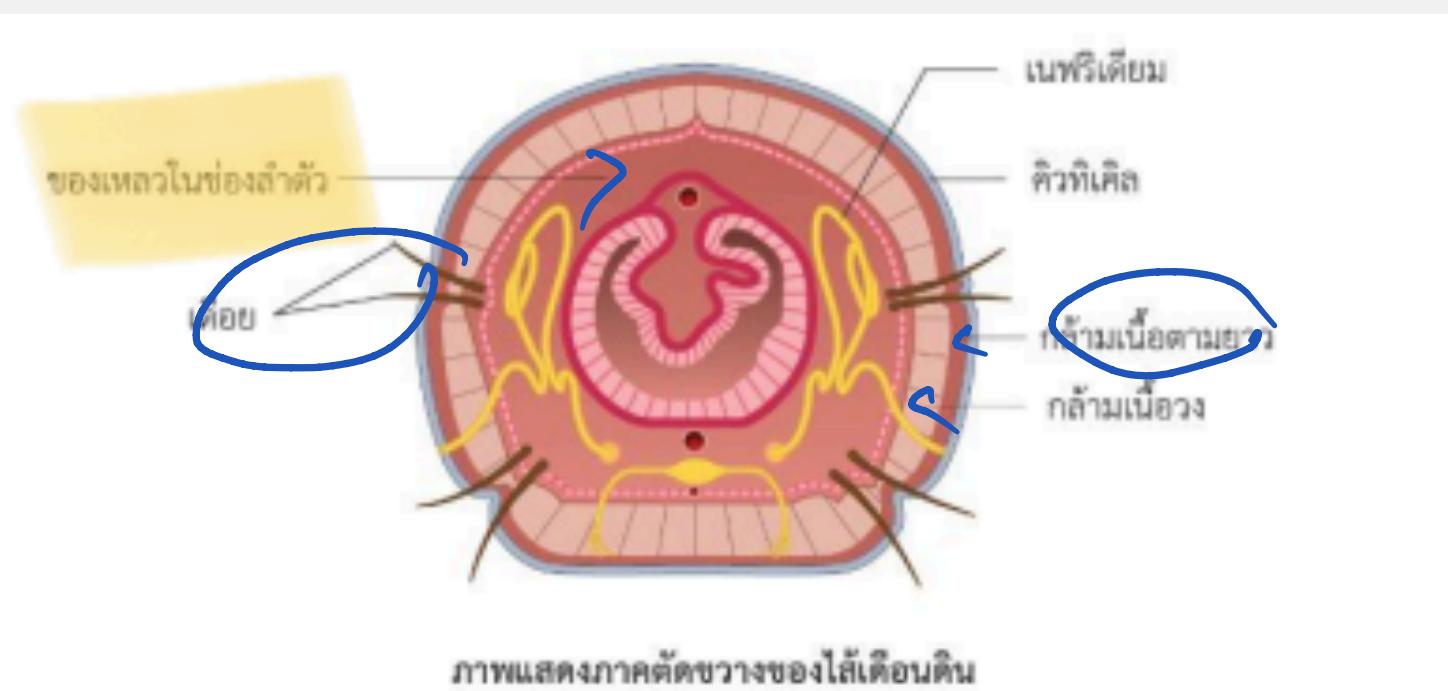
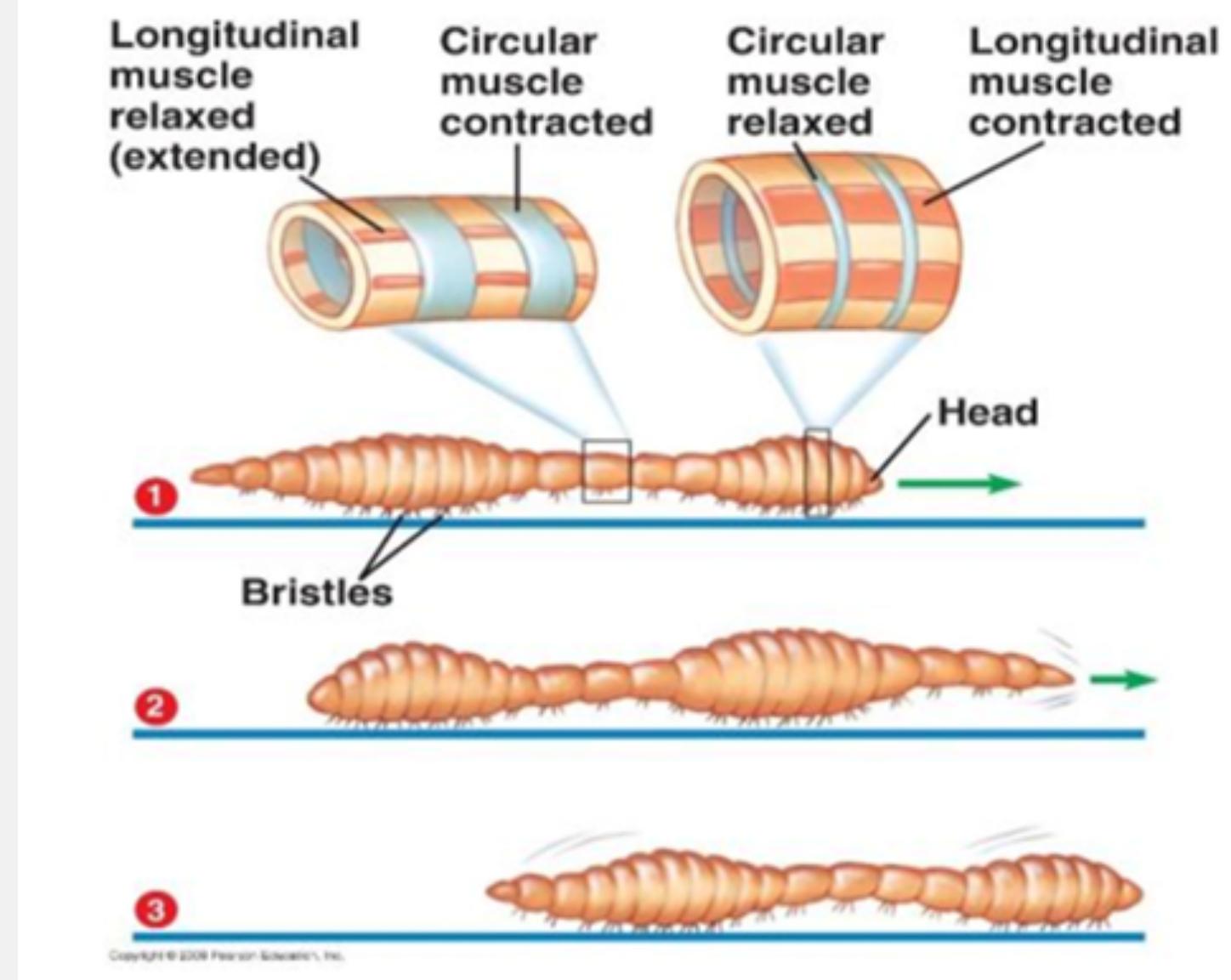
- เมื่อเคลื่อนที่จะใช้เดือยบริเวณส่วนหัวของลำตัวจิกดับไว้กับที่จากนั้นกล้ามเนื้อวงจะหดตัวและกล้ามเนื้อยาวจะคลายตัว เป็นผลให้ลำตัวยืดยาวออก จากนั้นใช้เดือยของบริเวณส่วนหัวและส่วนหน้าสุดของปล้องแรกยืดส่วนหน้าของตัวไว้กับดิน



• ໄສ້ເດືອນດີນ

- เมื่อกล้ามเนื้อวงคล้ายตัวและกล้ามเนื้อยาวหดตัว จะสามารถดึงให้ส่วนท้ายของลำตัวเคลื่อนตามมาข้างหน้าได้ การหดตัวและคล้ายตัวของกล้ามเนื้อ กึ้ง 2 ชุด จะต่อเนื่องกันเป็นลำดับไป โดยเริ่มจากบริเวณด้านหน้าสุดมาสู่ปลายสุดของลำตัว (การหดคล้ายของกล้ามเนื้อเป็นระรอกคลื่น เรียกว่า **peristalsis**)

- การที่กล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อตามยาวเกิดการหดตัวสลับกันไปจะทำให้ **แรงดันของของเหลวในช่องลำตัว (coelomic fluid)** ทำให้เกิดคลื่นของการยึดตัวตามยาวและ **หดสั้น** เข้าจาก **ส่วนหัวไปยังส่วนท้องของลำตัว** ใส่เดือนดิน นอกจากนี้ยังอาศัยเดือยเล็ก ๆ ที่ยื่นจากผนังลำตัวช่วยยึดพื้นผิวไว้



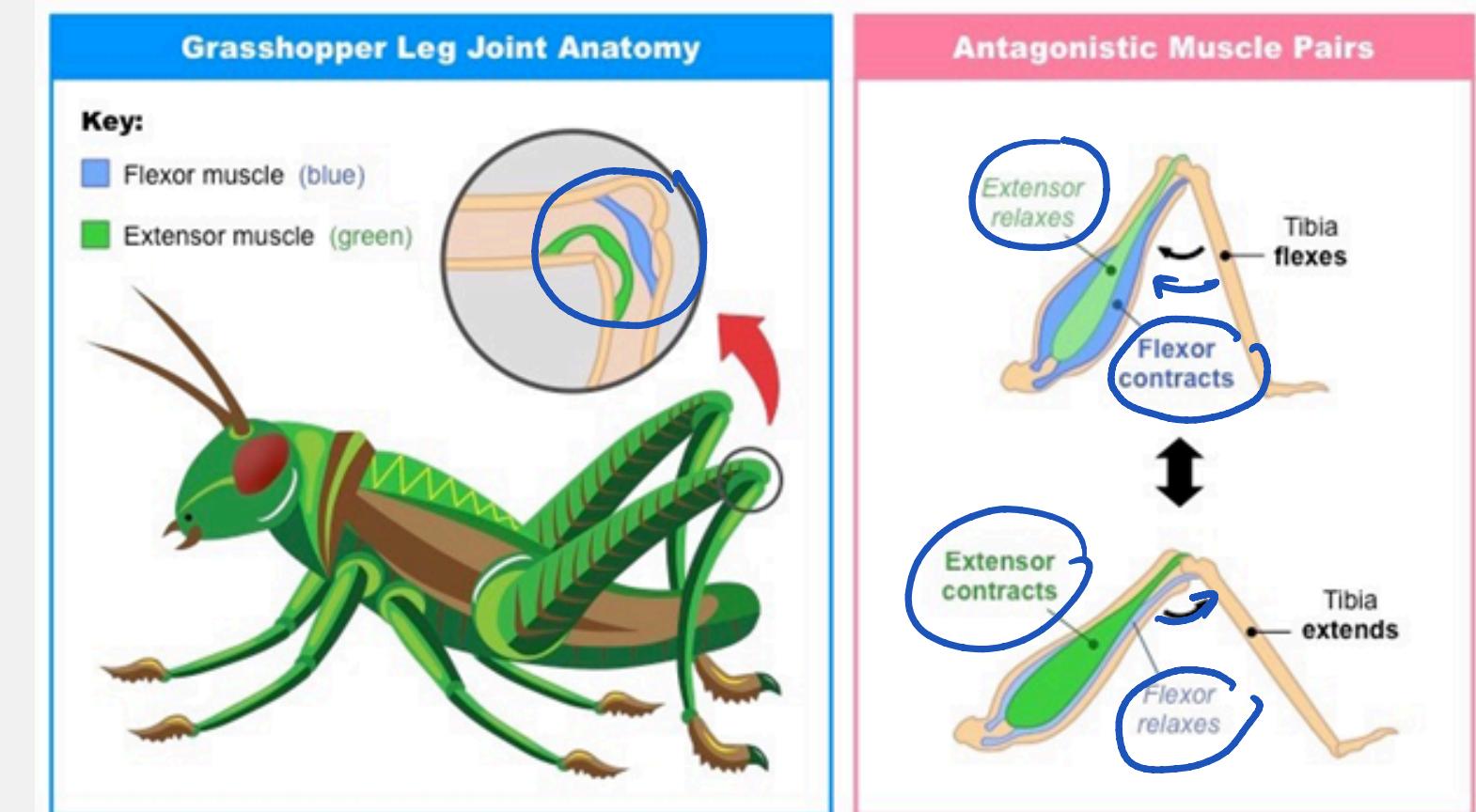
การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

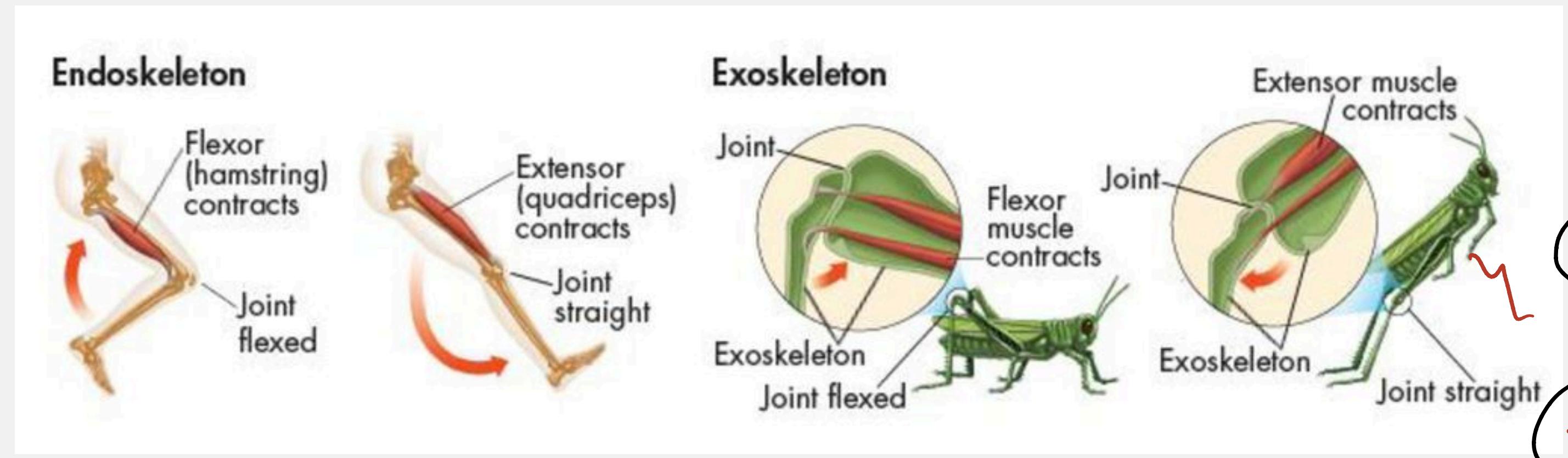
การเคลื่อนที่ของสัตว์แบบอาศัย Antagonism

สัตว์ที่มีโครงร่างแข็งภายนอก (Exoskeleton)

- **Phylum Arthropoda: อาร์โทรโพดา (แมลง กุ้ง ปู)**

- อาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อ 2 ชุด ที่ทำงานตรงข้ามกัน (antagonism) ^{ขด, ร栎}
- กล้ามเนื้อชุดแรกเรียกว่า flexor ซึ่งเมื่อกล้ามเนื้อนี้ หดตัว จะทำให้รยางค์ขาเดินมีการงอเข้าหาตัวได้
- กล้ามเนื้ออีกชุดเรียกว่า extensor เมื่อหดตัว จะทำให้เกิดการเหยียดหรือยืดของรยางค์ขาออกจากร่างกาย



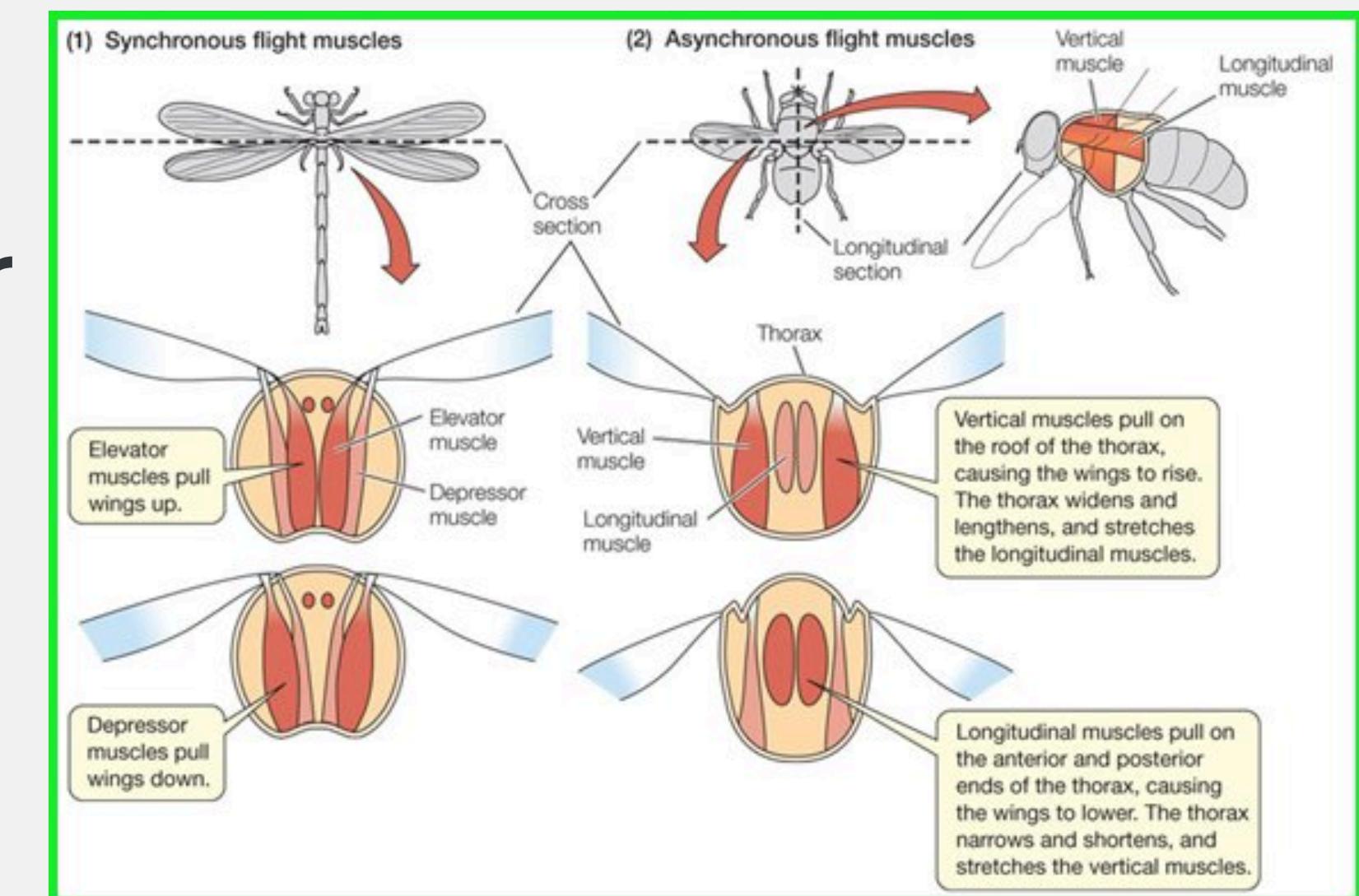


- ** เมื่อแมลงงอขาเข้า flexor จะหดตัว extensor จะคลายตัว
- ** เมื่อแมลงเหยียดขาออก flexor จะคลายตัว extensor จะหดตัว

แมลงมี 6 ขา ซึ่งขาทั้งหมดยึดติดอยู่กับช่วงอกและช่วงกลางของลำตัว เวลาแมลงเดินมักยกพร้อมกัน 3 ขา ส่วนอีก 3 ขายึดติดกับที่ โดยปกติขาหาง กีติดกับพื้นเมื่อจะเป็นขาคู่ที่ 1 กับขาคู่ที่ 3 อยู่ด้านเดียวกัน ส่วนขาคู่กลางจะอยู่ ด้านตรงข้ามมีลักษณะคล้ายเก้าอี้ 3 ขา

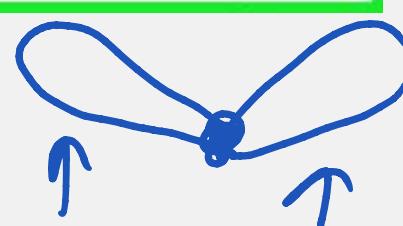
• การบินของแมลง

- แมลงมีโครงสร้างของลำตัวที่เหมาะสมกับการบินคือ ลำตัวเบา น้ำหนักน้อย ปีกมีขนาดใหญ่ เมื่อเทียบกับลำตัว
- การทำงานของ **กล้ามเนื้อยกปีก (elevator muscle)** และ **กล้ามเนื้อกดปีก (depressor muscle)** [ใช้ชื่อนี้ในแมลงปีกใหญ่]
- ถ้าแมลงปีกเล็กใช้ **กล้ามเนื้อยึดเปลือกหุ้มส่วนอก (vertical muscle)** และ **กล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle)** แบบสปาระตrong กับข้าม ทำให้ปีกยับตัวอย่างต่อเนื่องทำให้แมลงสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยการบิน



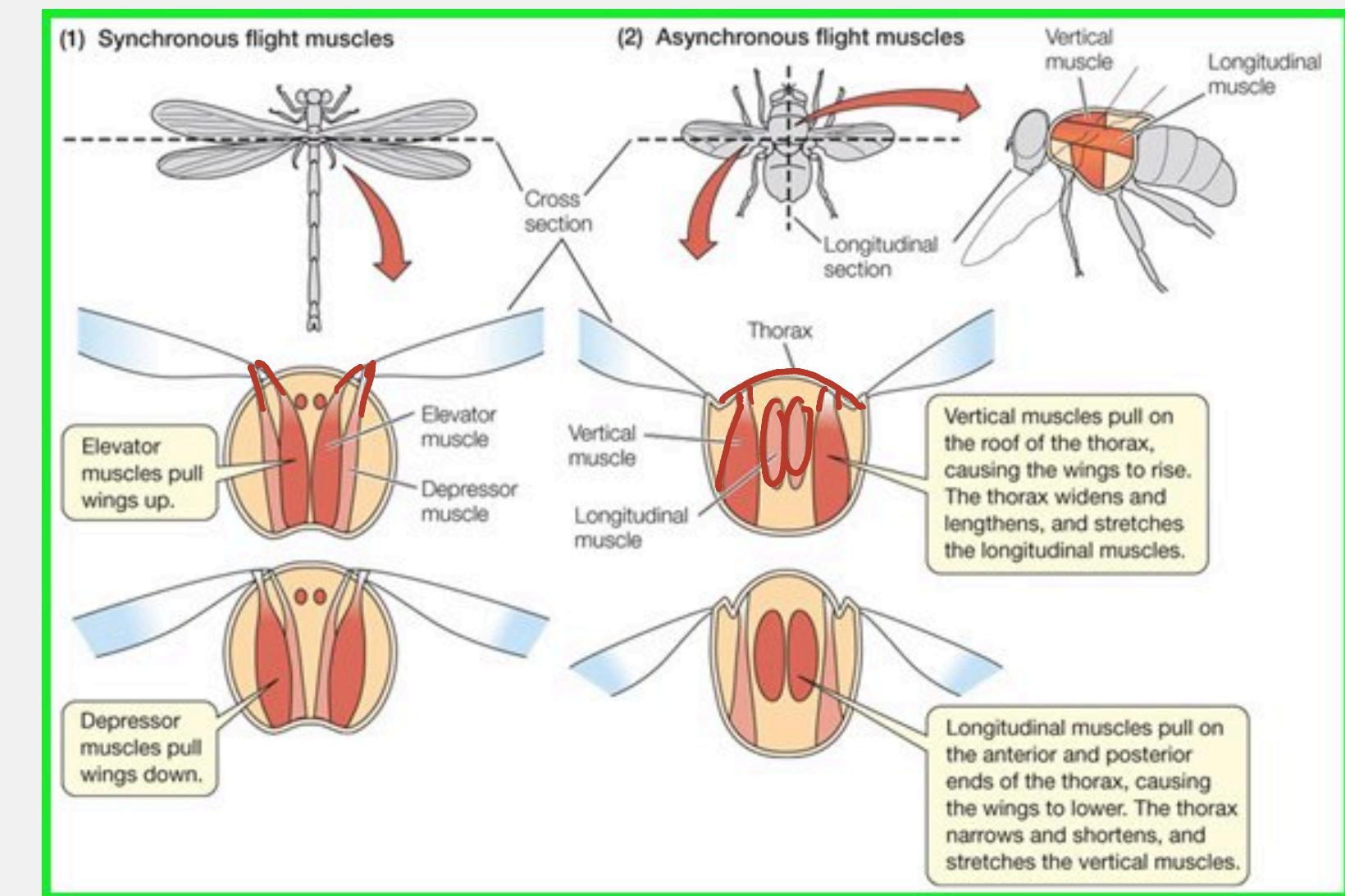
ยกปีกใหญ่ → กบ. พ.ป.๑๙ + กบ. ก.ส.ก.พ.พ.

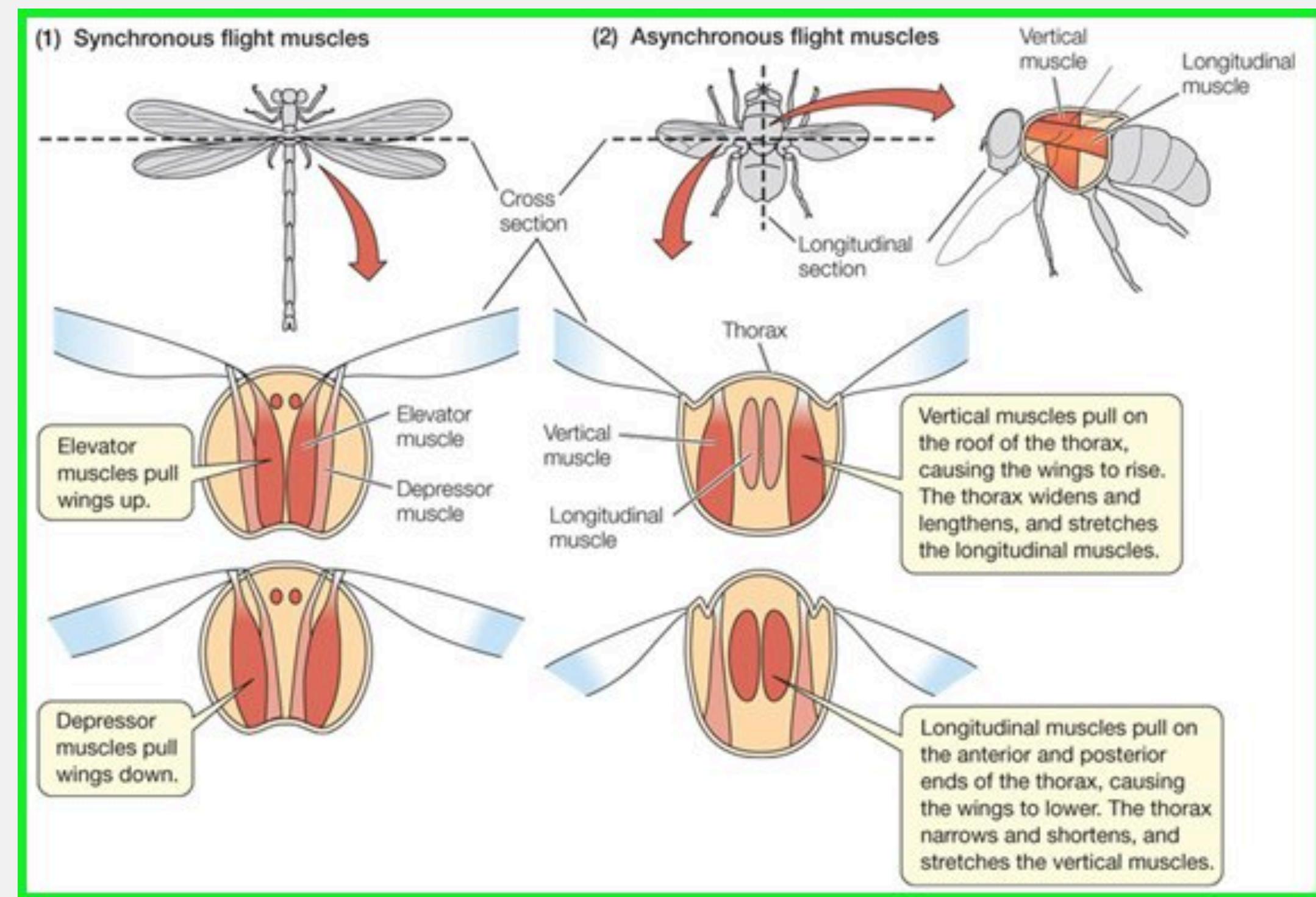
กลับปีก ↓ → กบ. พ.ป.๑๙ + กบ. ก.ส.ก.พ.



• การบินของแมลง

- แมลงที่มีขานาดปีกต่างกัน จะมีการขยายปีกที่เกิดจากกล้ามเนื้อควบคุมการขยายปีกต่างกันด้วย
- แมลงที่มีปีกขานาดเล็ก มีการขยายปีกด้วยความถี่สูง เพื่อทำให้มันลอยตัวอยู่ในอากาศได้ เช่น แมลงวันตีปีก 200 ครั้งต่อวินาทีในขณะที่รีบตีปีกมากกว่าพันครั้งต่อวินาที
- กล้ามเนื้อที่ควบคุมการขยายปีกไม่ได้ติดต่อกับปีกโดยตรงแต่จะยึดกับผนังส่วนผนังและหลังคาของอก เเรียก **indirect flight muscle**
- แมลงที่มีปีกขานาดใหญ่ เช่น แมลงปอ ผีเสื้อ ผีเสื้อกลางคืน การขยายปีกขึ้นลงของแมลงเกิดในอัตราที่ช้ากว่า ประมาณ 30-70 ครั้ง ต่อวินาที แมลงที่มีปีกขานาดใหญ่มักมีกล้ามเนื้อติดโดยตรงกับฐานของปีก กล้ามเนื้อที่เรียงตัวในลักษณะนี้ว่า **direct flight muscle**





ในการนี้แมลงขนาดเล็ก

- เมื่อกล้ามเนื้อยึดเปลือกหุ้มส่วนอกหดตัว กล้ามเนื้อตามยาวคลายตัว ผลคือ ยกปีกขึ้น
- เมื่อกล้ามเนื้อยึดเปลือกหุ้มส่วนอกคลายตัว กล้ามเนื้อตามยาวหดตัว ผลคือ กดปีกลง

ແມລັງປຶກເລິກ

ແມລັງປຶກໃໝ່

ກລັມເນື້ອຍືດວກ
(Verticle)

ກລັມເນື້ອຕາມຍາວ
(longitudinal)

ກລັມເນື້ອຍກປຶກ
(Elevator)

ກລັມເນື້ອກດປຶກ
(Depressor)

ຍກປຶກ

හດຕັວ

ຄລາຍຕັວ

ဟດຕັວ

ຄລາຍຕັວ

ກດປຶກ

ຄລາຍຕັວ

ဟດຕັວ

ຄລາຍຕັວ

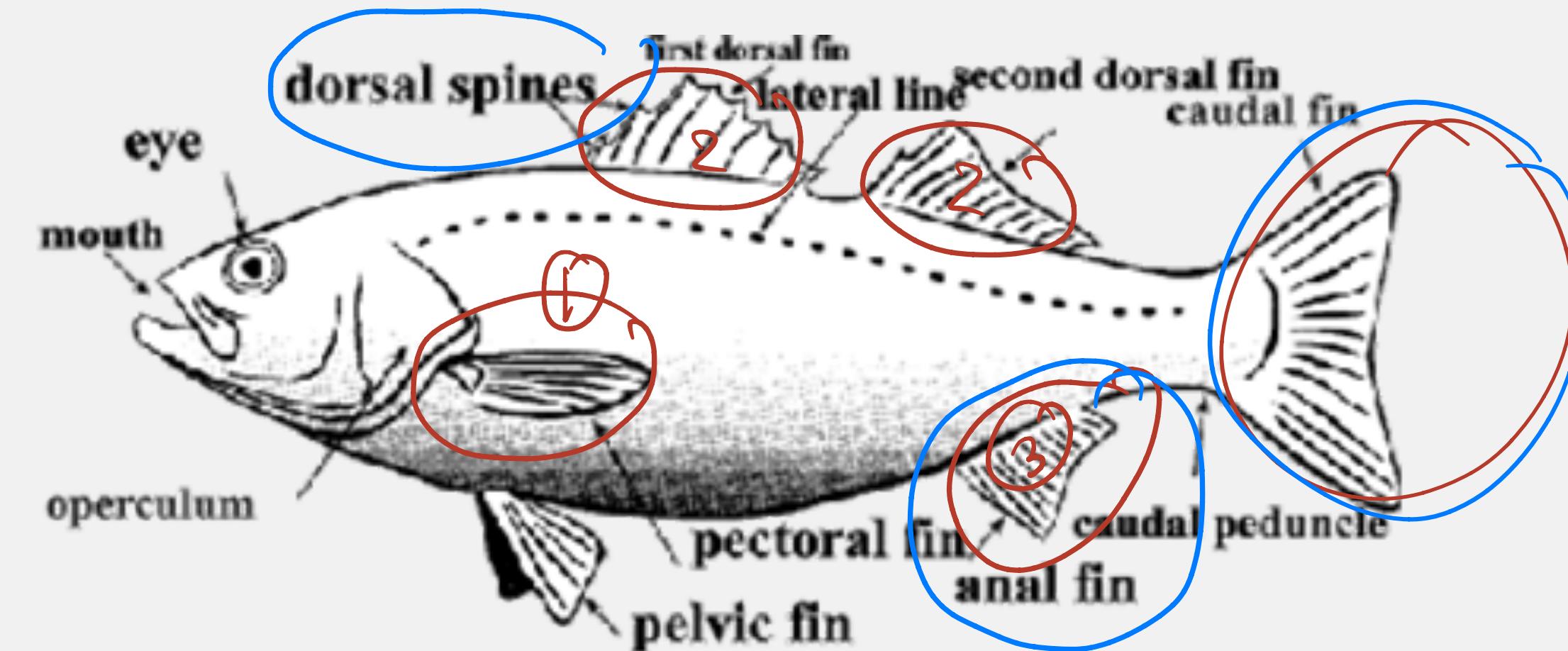
ဟດຕັວ

การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

- **ปลา (fish)**

- ปลาส่วนใหญ่มีกระเพาะลมสำหรับช่วยในการลอยตัว และยังมีรยางค์ คือ ครีบคู่ เพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ในน้ำ ดังนี้

1. ครีบอก (pectoral fin) : ทำหน้าที่ช่วยในการพยุงตัวปลาและการเคลื่อนที่ขึ้นลง ในแนวเดิ่ง , เลี้ยวซ้ายและขวา หยุดการเคลื่อนที่
2. ครีบหลัง (dorsal fin), ครีบก้น (anal fin) ช่วยพยุงไม่ให้ส่วนก้องพลิกง่าย ช่วยไม่ให้ตัวปลาเกิดการคงส่วนในขณะที่ว่ายน้ำไปข้างหน้า
3. ครีบหาง (caudal fin): ช่วยให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า (ส่วนม้าน้ำใช้ยึดเกาะ)

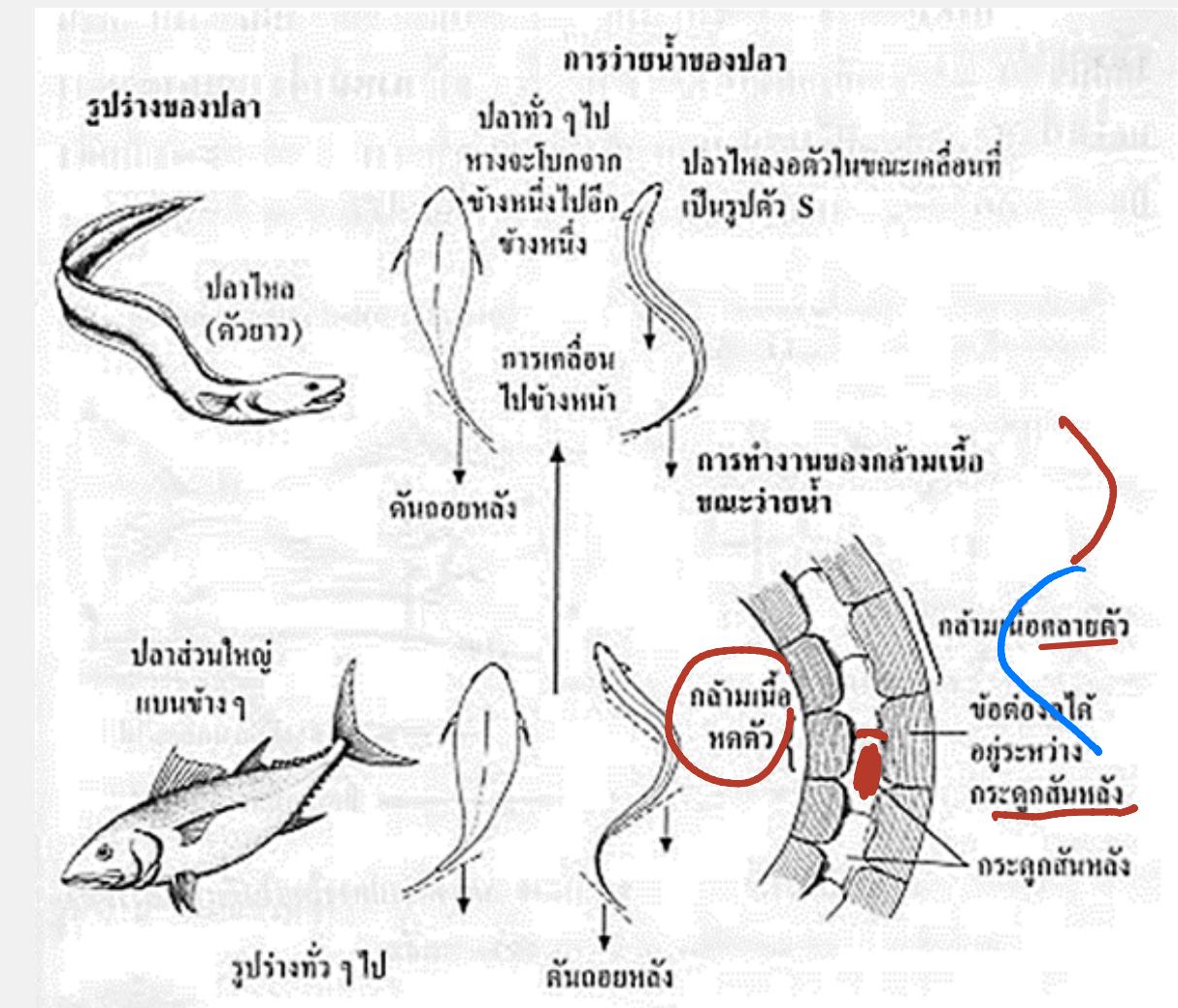
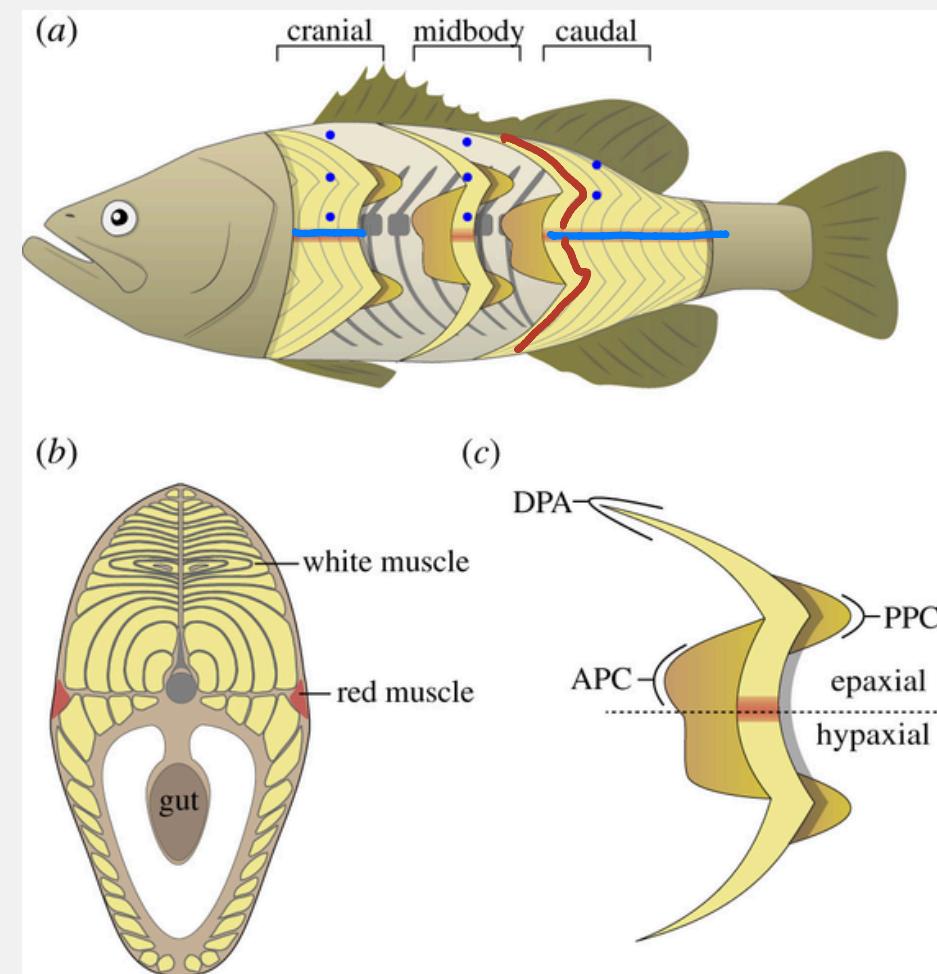


การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

- **Jan (fish)**

- กล้ามเนื้อปลาซึ่งยึดติดอยู่ 2 ข้างของกระดูกสันหลัง และเรียงตัวลักษณะซิกแซกอยู่ด้านข้างของลำตัว การทำงานของกล้ามเนื้อปลาจะหดตัวทางด้านใดด้านหนึ่งทีละชุด โดยเริ่มต้นจากหัวไปทาง อีกส่วนหนึ่งที่เคลื่อนที่คือ หาง มีการพัดบกไปคนละทางกับหัว จึงเกิดการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งสลับไปมา

- ปลาเมรูปร่างเพรียบ ผิวเรียบลื่น มีเมือก จึงช่วยลดความเสียดทาน ปลาเมีการเคลื่อนที่ได้ถึง 3 มิตร คือ ไปข้างหน้า เลี้ยงซ้าย เลี้ยงขวาและขึ้นลง นำได้

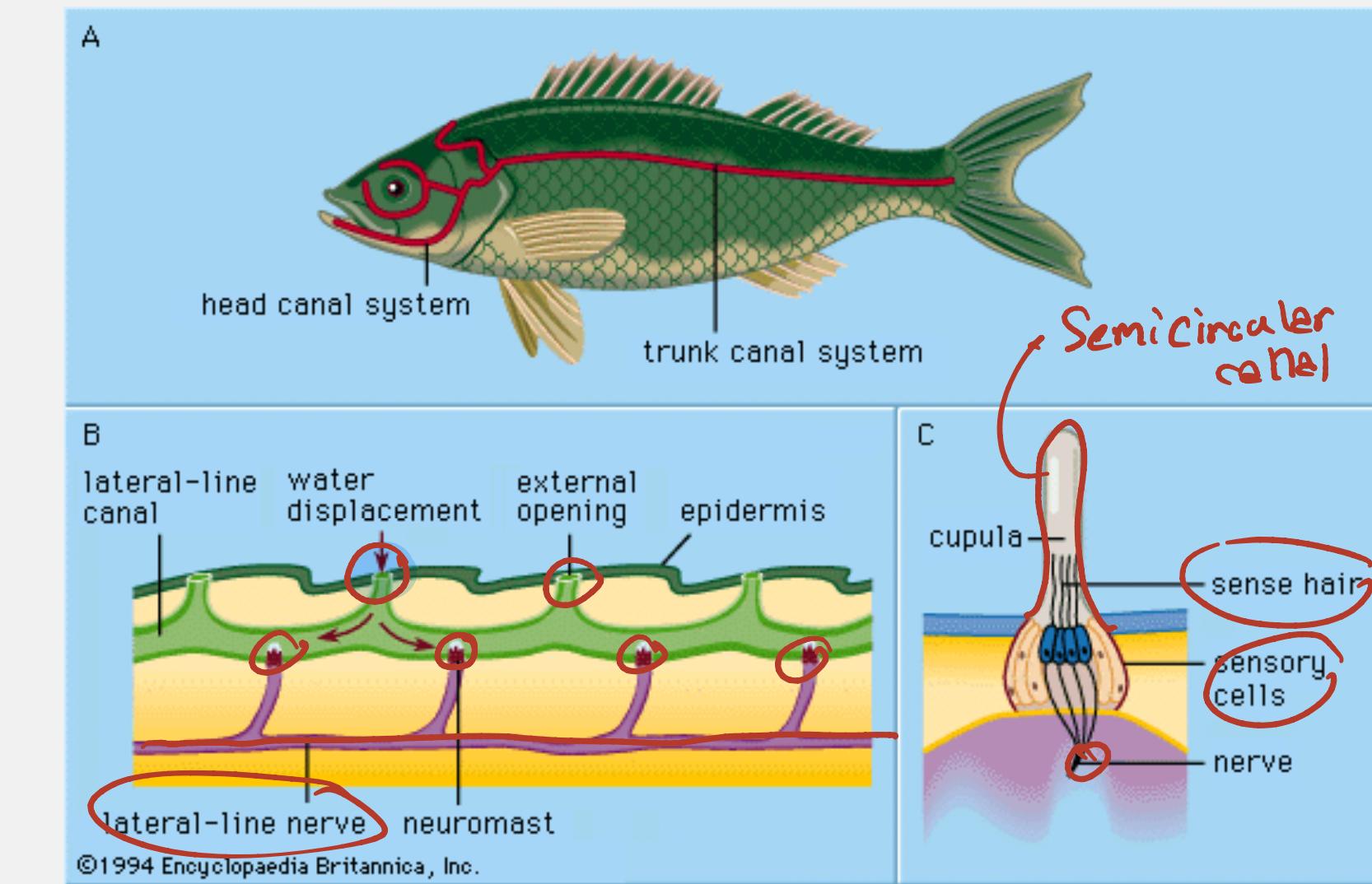


การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

- **ปลา (fish)**

- เส้นข้างลำตัว (lateral line) จะมีถุงบรรจุเซลล์ประสาทรับความรู้สึกเรียงตัวอยู่ตามเส้นข้างลำตัวของปลา และถุงนี้จะมีรูเปิดออกด้านนอกเพื่อตรวจจับแรงดันของคลื่นน้ำต่างๆ ที่อยู่รอบตัวปลา ทำให้ปลา感知 และทิศทางการเคลื่อนที่เพื่อจะไม่ให้away น้ำหนักกันได้

- โดยการจะจากแรงดันความแรงของคลื่นน้ำซึ่งเมื่อกราบทับกับปลายเส้นประสาทที่อยู่บริเวณเส้นข้างลำตัวแล้ว แรงสั่นสะเทือนก็จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานเคมีและถูกส่งสัญญาณไปตามเส้นประสาท แพร่ผลข้อมูลออกมาเป็นระยะทางของสั่งต่างๆ ตามความแรง และทิศทางของการสั่นสะเทือนของคลื่นน้ำ



การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

• นก (bird)

- โครงสร้างกระดูกловงเป็นโพรง เหนียวและแข็งช่วยให้หนักตัวน้อย อีกสาเหตุที่นกมีหนักตัวน้อย เมื่อเทียบกับสัตว์ตัวอื่นๆที่มีขนาดเท่ากัน คือบางอวัยวะของนกเปลี่ยนไป เช่น นกไม่มีกระเพาะปัสสาวะ
- กระดูกหน้าอก (keel of sternum) มีการพัฒนา และกระดูกโคนปีก (humerus) เพื่อให้กล้ามเนื้อยกปีก และกล้ามเนื้อ กดปีกมา y ดีเกาะและควบคุมการบินได้
- ขาคู่หน้าเปลี่ยนเป็นปีกขนาดใหญ่
- มีถุงลม (air sac) 9 ถุงเชื่อมต่อกับปอด ช่วยในการหายใจและระบายความร้อน ถุงลมแทรกอยู่ระหว่างช่องว่างภายในลำตัวและนอกจากนี้ยังมีถุงลมแทรกกระดูกหลายแห่งในร่างกาย

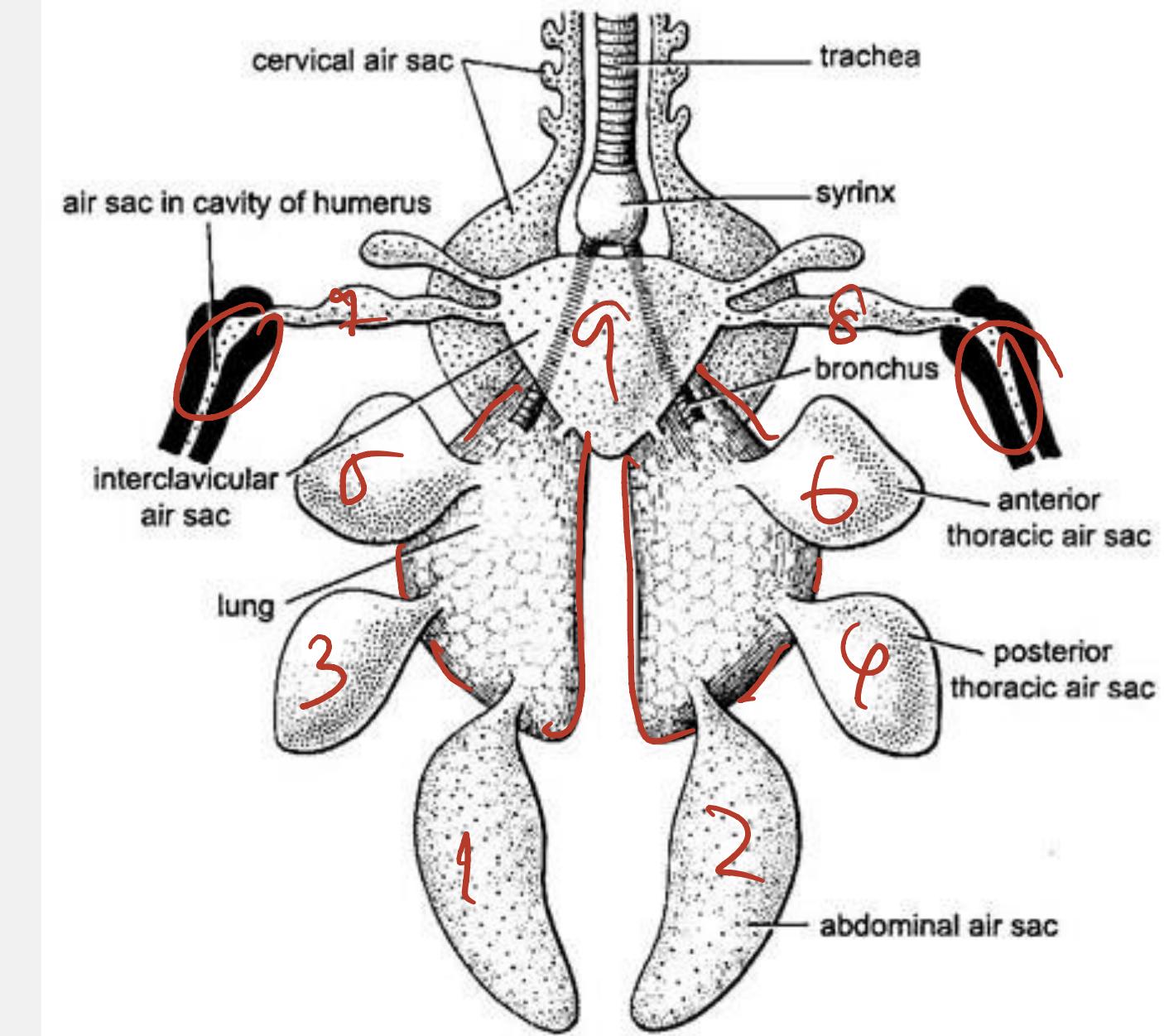
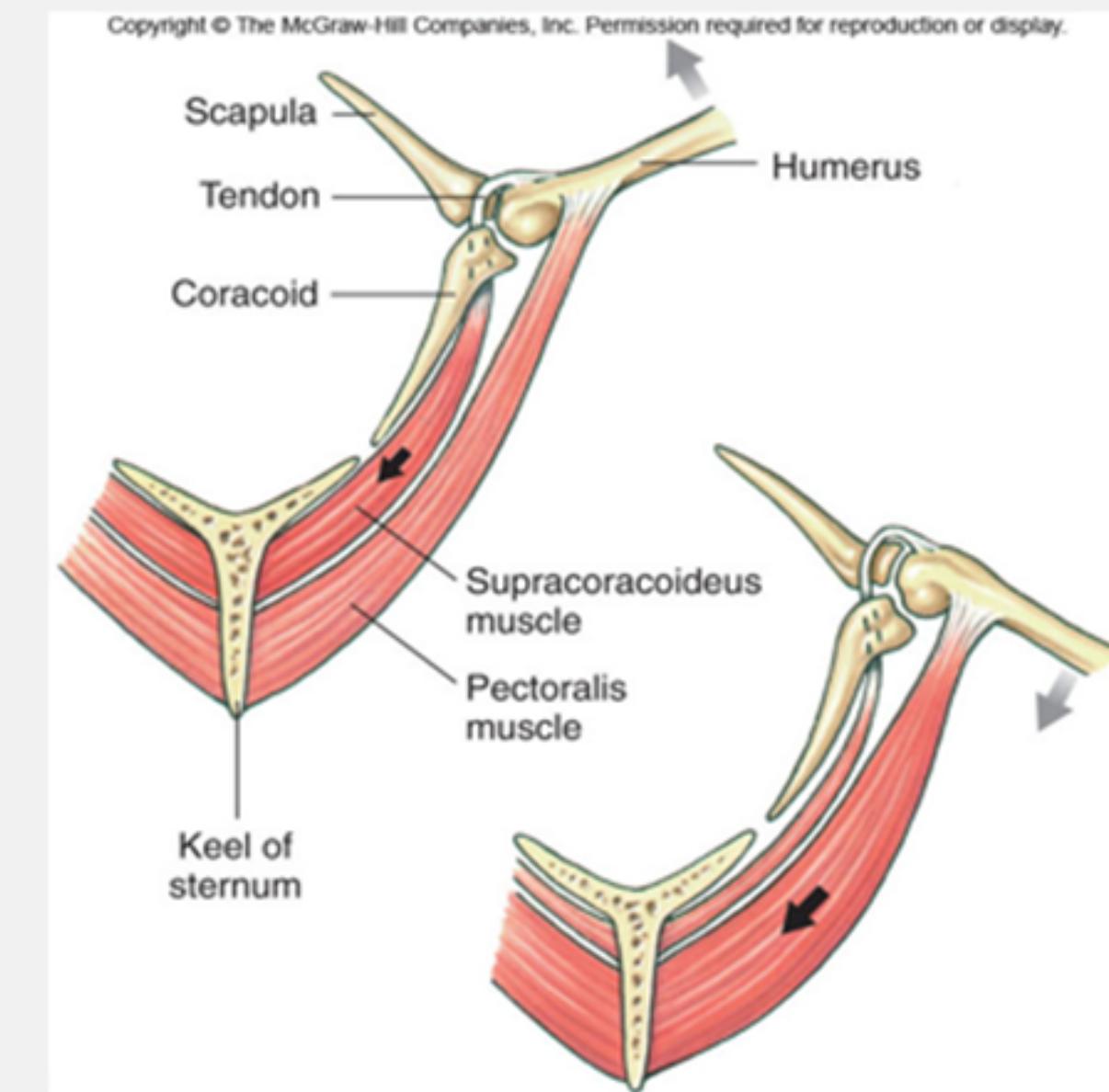
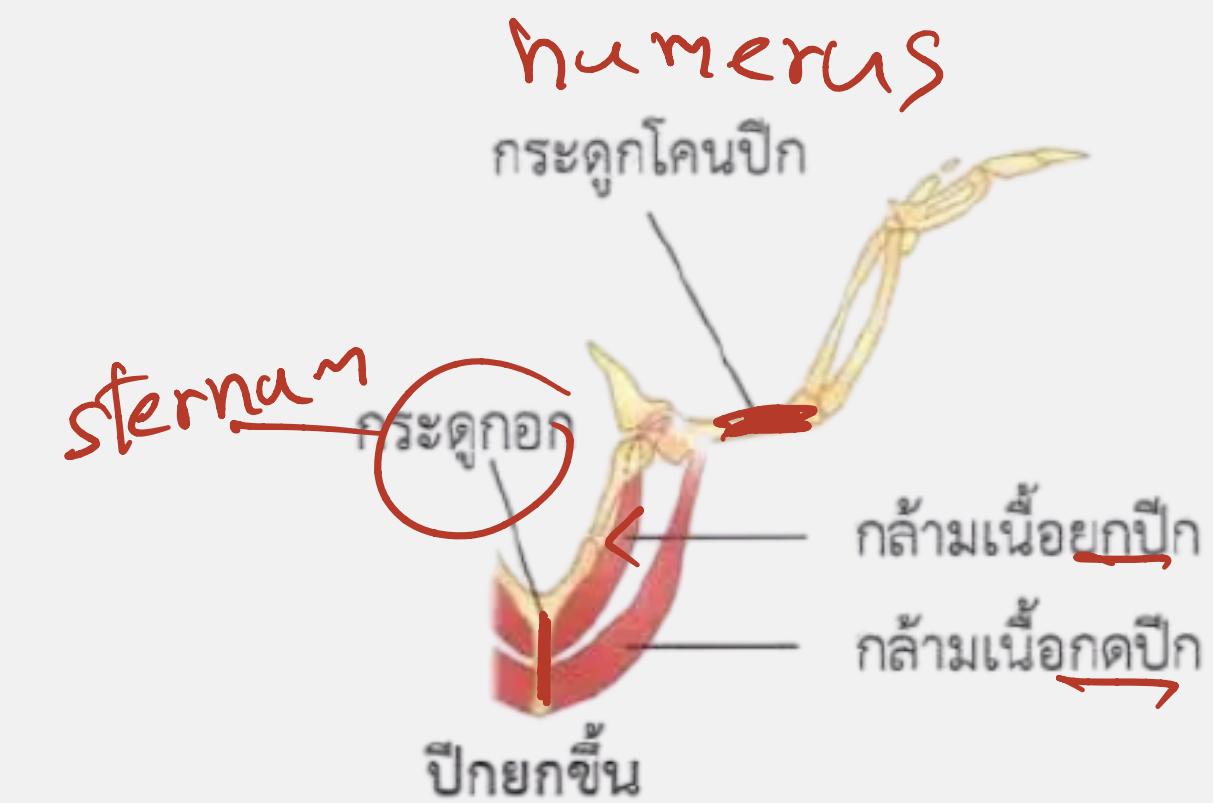


Fig. 26.33. Pigeon. Respiratory system (lungs and air sacs) in ventral view.

การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

• นก (bird)

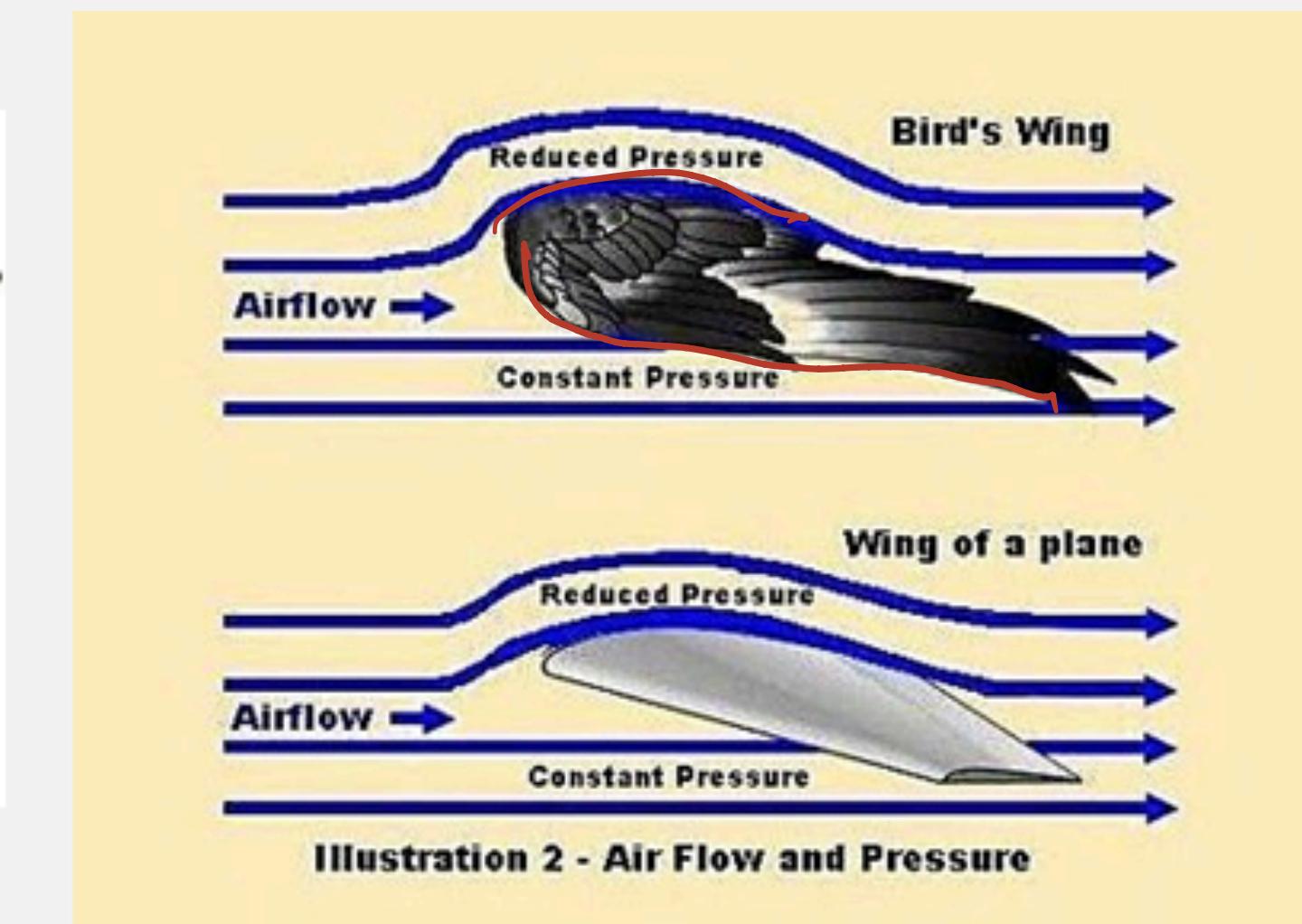
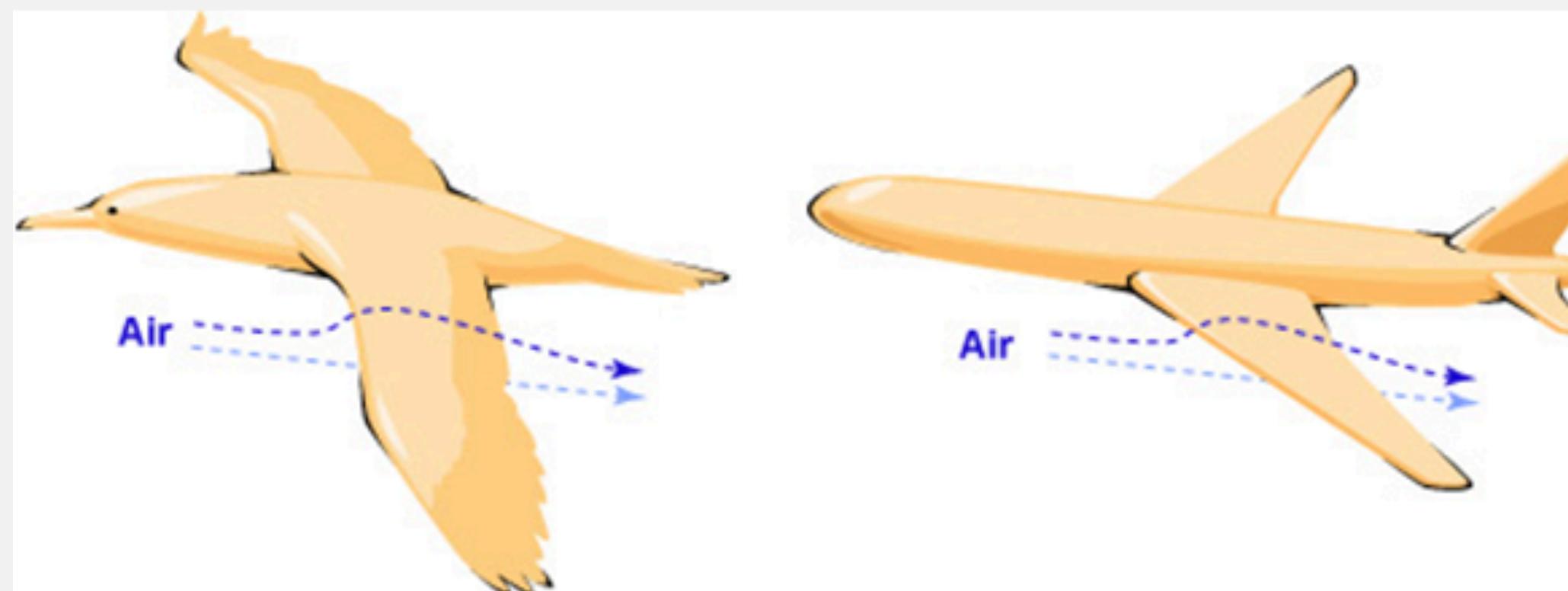
- มีขนเป็นแพง (feather) น้ำหนักเบา และพยุงอากาศได้ดี มี PROTEN เคลื่อนบินนอก
- ไม่มีกระเพาะปัสสาวะ ลำไส้ใหญ่สั้น ของเสียจะส่งน้ำ oy น้ำหนักตัวจึงน้ำ oy ลง
- การเคลื่อนที่ของนกเกิดจากการทำงานแบบแอนตาโนนิซึมของกล้ามเนื้อ 2 ชุด คือ กล้ามเนื้อยกปีก (elevator muscle) และ กล้ามเนื้อกดปีก (depressor muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่ยึดระหว่างกระดูกโคนปีก (humerus) และกระดูกอก (sternum)



การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

• นก (bird)

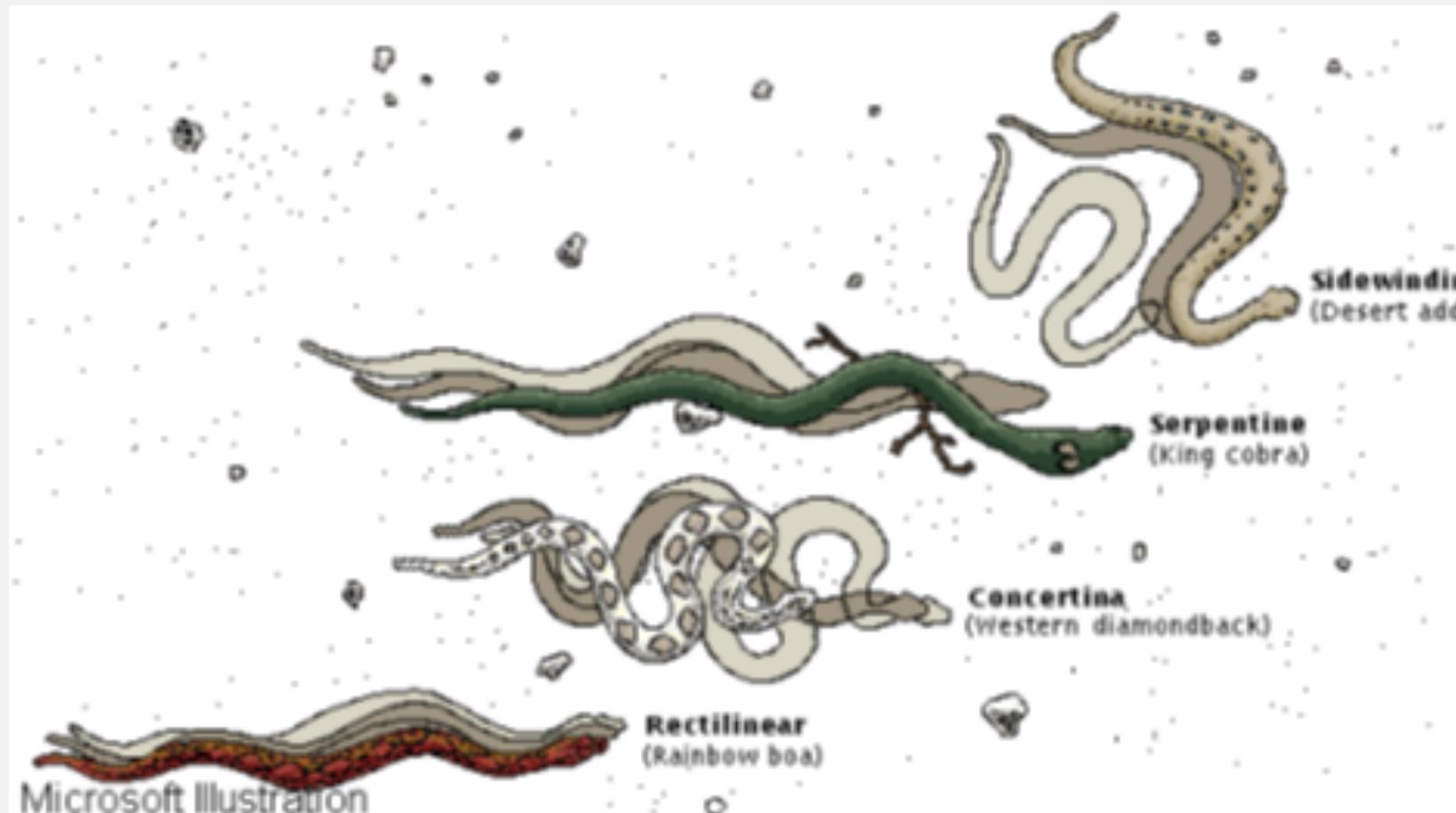
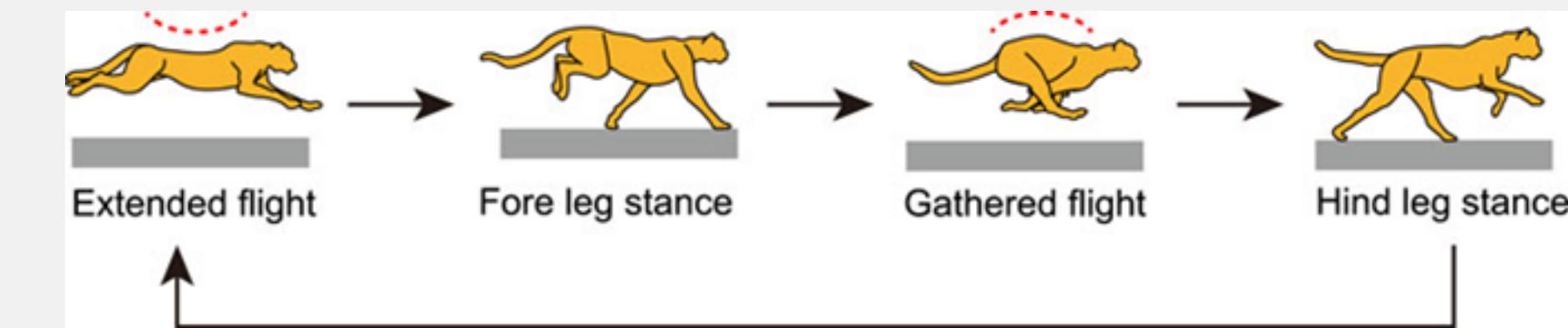
- ปีกนกจัดวางตัวเองให้คล้ายกับปีกเครื่องบิน ด้านล่างค่อนข้างยาวส่วนด้านบนโค้งทำให้อากาศไหลผ่านด้านบนและด้านล่างด้วยความเร็วแตกต่างกัน คืออากาศผ่านด้านบนปีกเร็วกว่า วิ่งเกิดแรงดันอากาศทางด้านบนปีกต่ำกว่าทางด้านล่าง ทำให้เกิดแรงยกปีกให้ลอยขึ้น



การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

• เสือชีต้าร์

- เคลื่อนที่ได้เร็วมาก ประมาณ 110 กิโลเมตร/ชั่วโมง เป็นผลมาจากการสามารถในการโค้งงอของ กระดูกสันหลังในการเคลื่อนที่และเมื่อพุ่งตัวกระดูกสันหลังจะเหยียดออกไป



• สัตว์เลื้อยคลาน

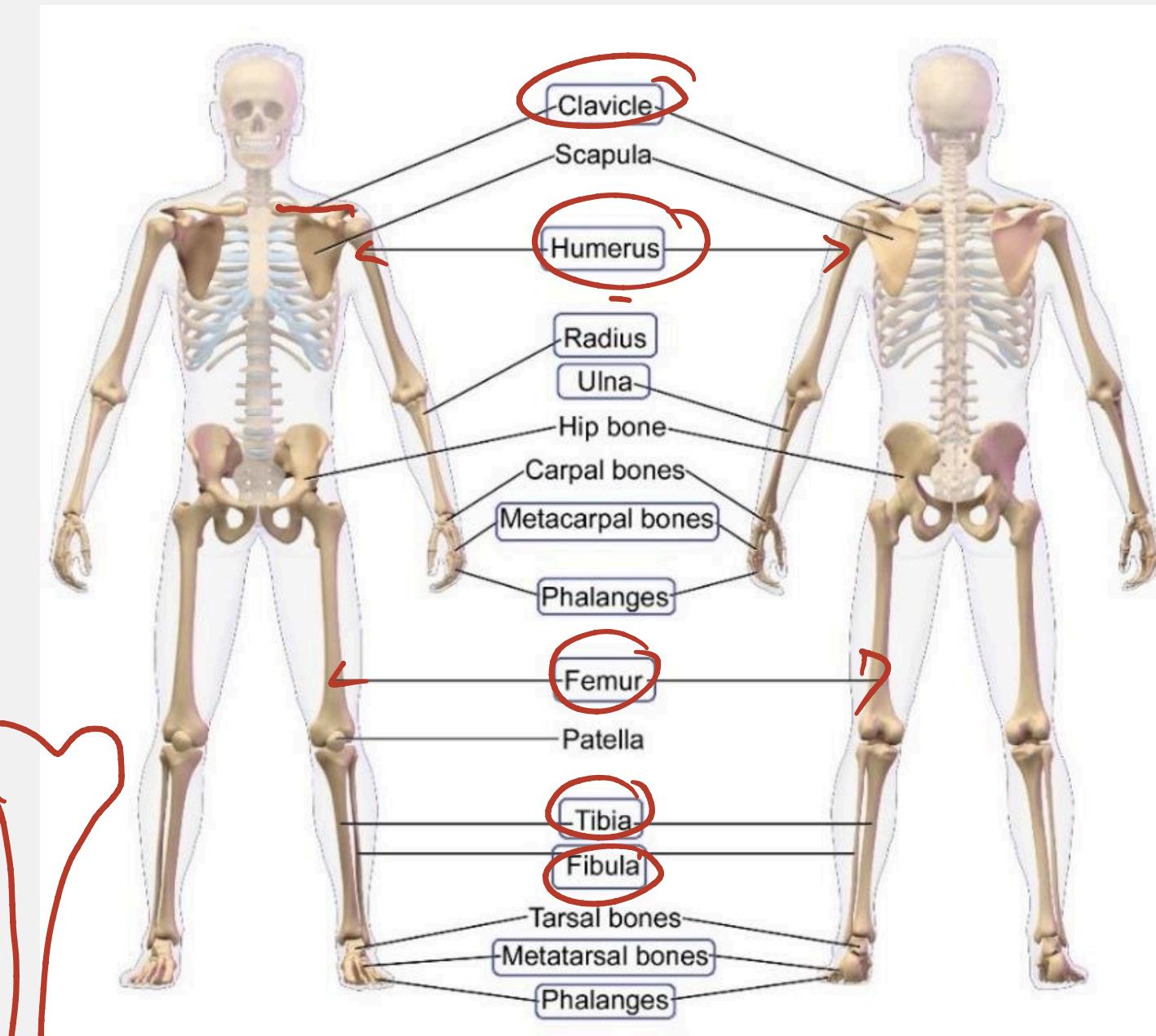
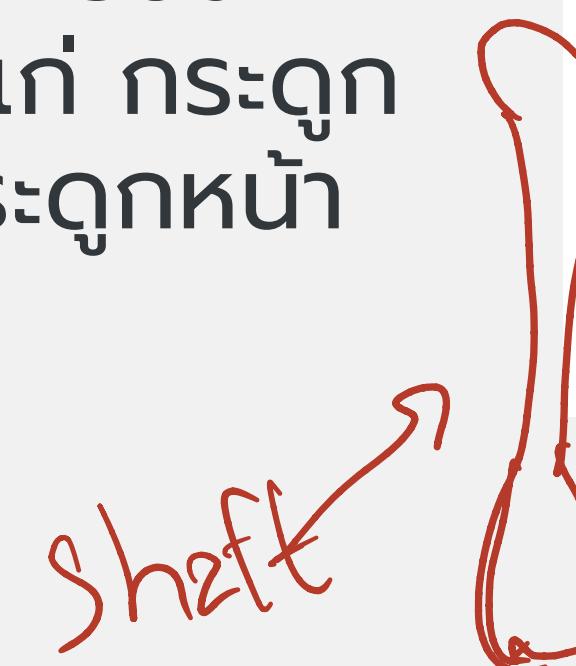
- กระดูกสันหลังยาวขึ้น มีกระดูกคอและมีกระดูกซี่โครง ปลายนิ้วมีเล็บแหลมช่วยให้คลานและปีนป่ายได้ดี การหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อแบบแอนตากอนิซึมทำให้ลำตัวสัตว์เลื้อยคลานโค้งงอสะบัดไปมาคล้ายรูปตัว (S)

การเคลื่อนที่ของมนุษย์

• ระบบโครงกระดูก (skeleton system)

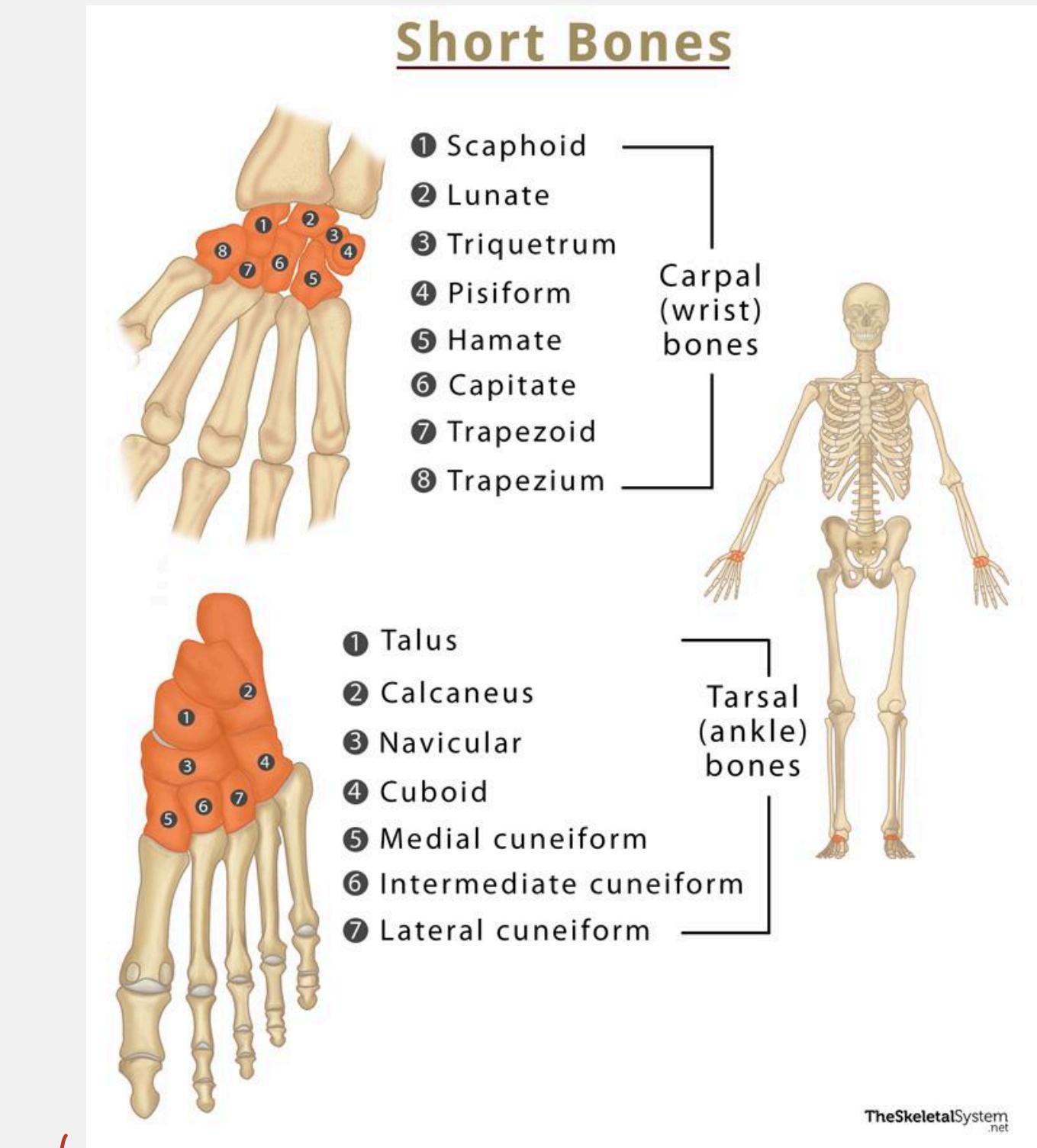
- การจำแนกกระดูกตามขนาดและรูปร่างของกระดูกได้เป็น 4 ชนิด

1. กระดูกยาว (long bone) เป็นกระดูก
จำพวกรยางค์ (extremities) มีลักษณะรูปร่างยาว
ส่วนตรงกลางเรียกว่าคอเป็นห้องลวงเรียกว่า shaft
ตอนปลายทั้งสองข้างจะโตออกเล็กน้อยเพื่อประกับ
เป็นข้อต่อ เรียกว่า epiphysis สำหรับรับน้ำ
หนักของร่างกายและเคลื่อนไหวได้มาก ได้แก่ กระดูก
ต้นแขน กระดูกปลายแขน กระดูกต้นขา กระดูกหน้า
แข็ง กระดูกน่อง กระดูกใหญ่ปาร์ท เป็นต้น



2. กระดูกสั้น (**short bone**) มีลักษณะเป็นท่อนสั้น ๆ ประกอบด้วยกระดูกพรุน (**spongy bones**) ซึ่งถูกหุ้มบาง ๆ ด้วยกระดูกทึบ (**compact bones**) ทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงเมื่อทำงานแต่เคลื่อนไหวได้ไม่มากนัก ได้แก่ กระดูกข้อมือ ข้อเท้า

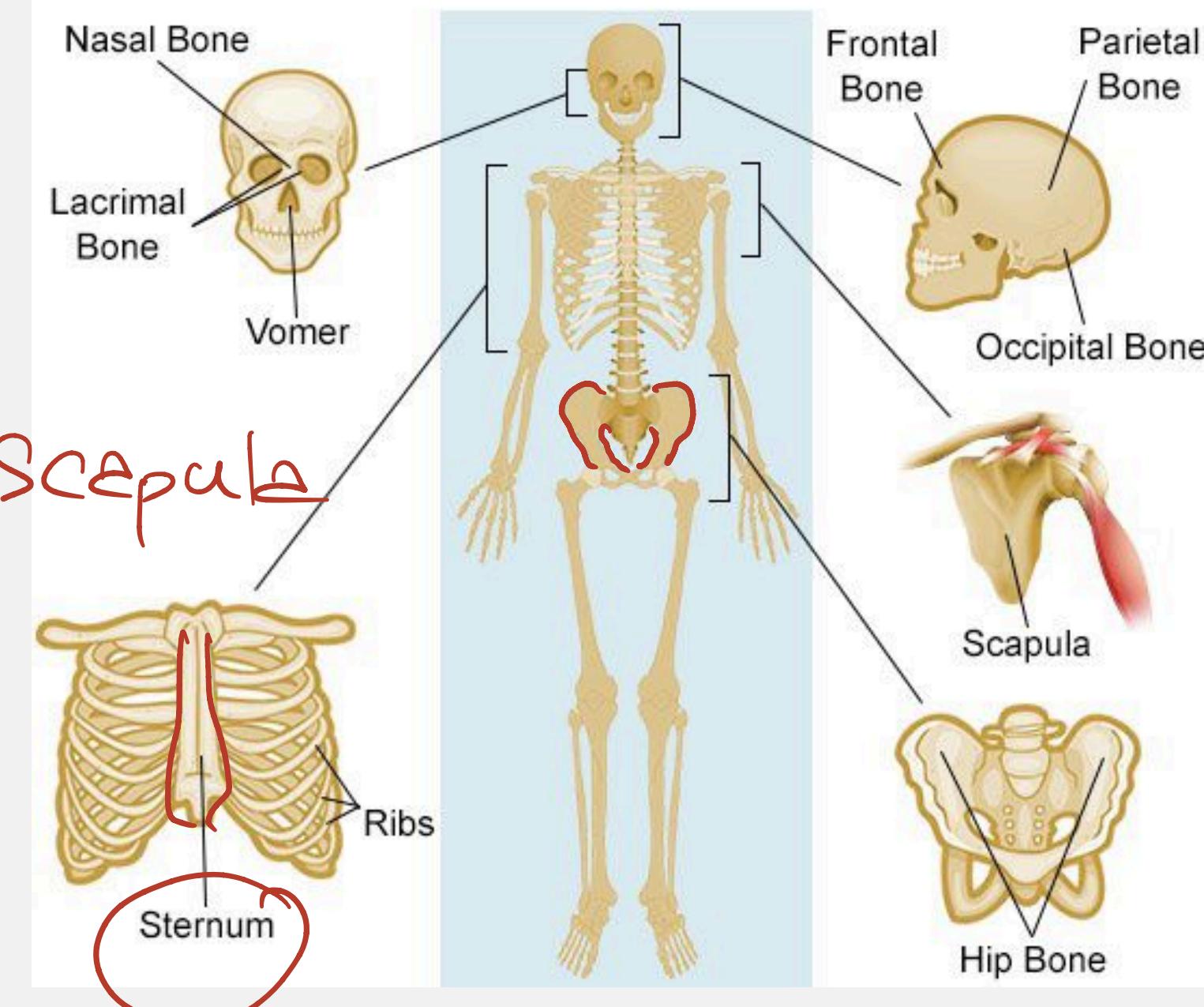
Carpal bone
(8 ชิ้น)



tarsal bone (7)

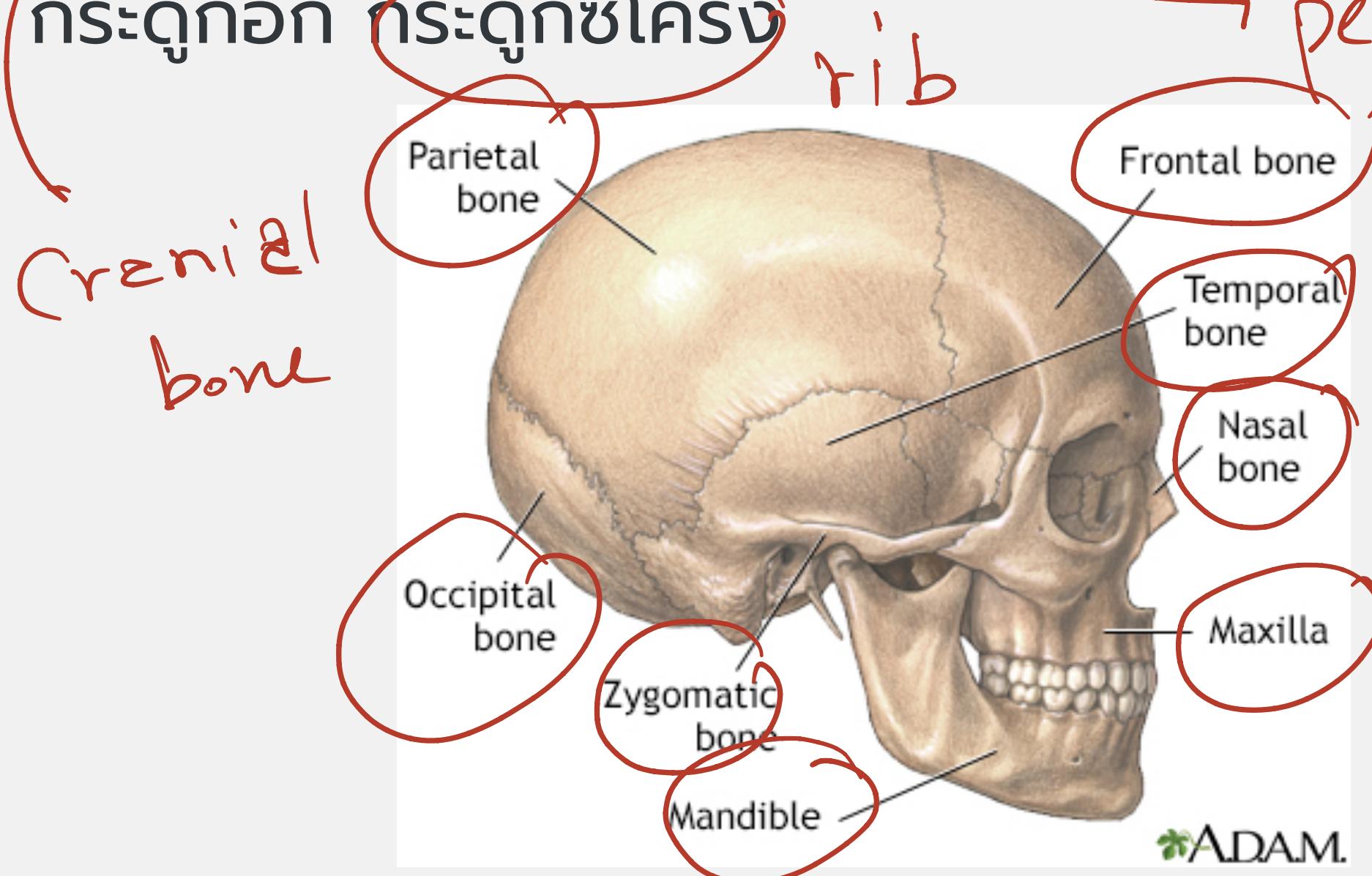


Flat Bones in the Human Body

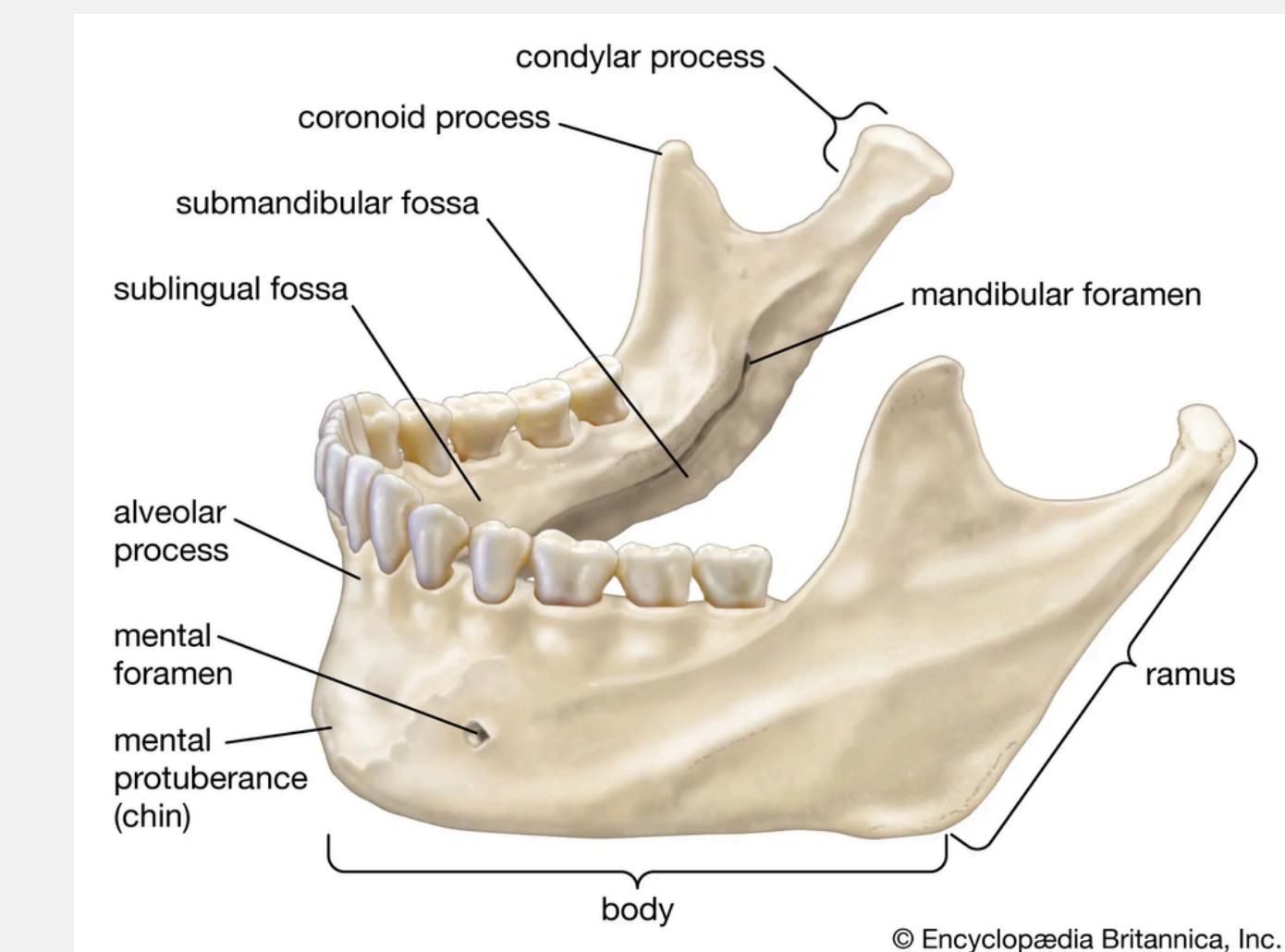
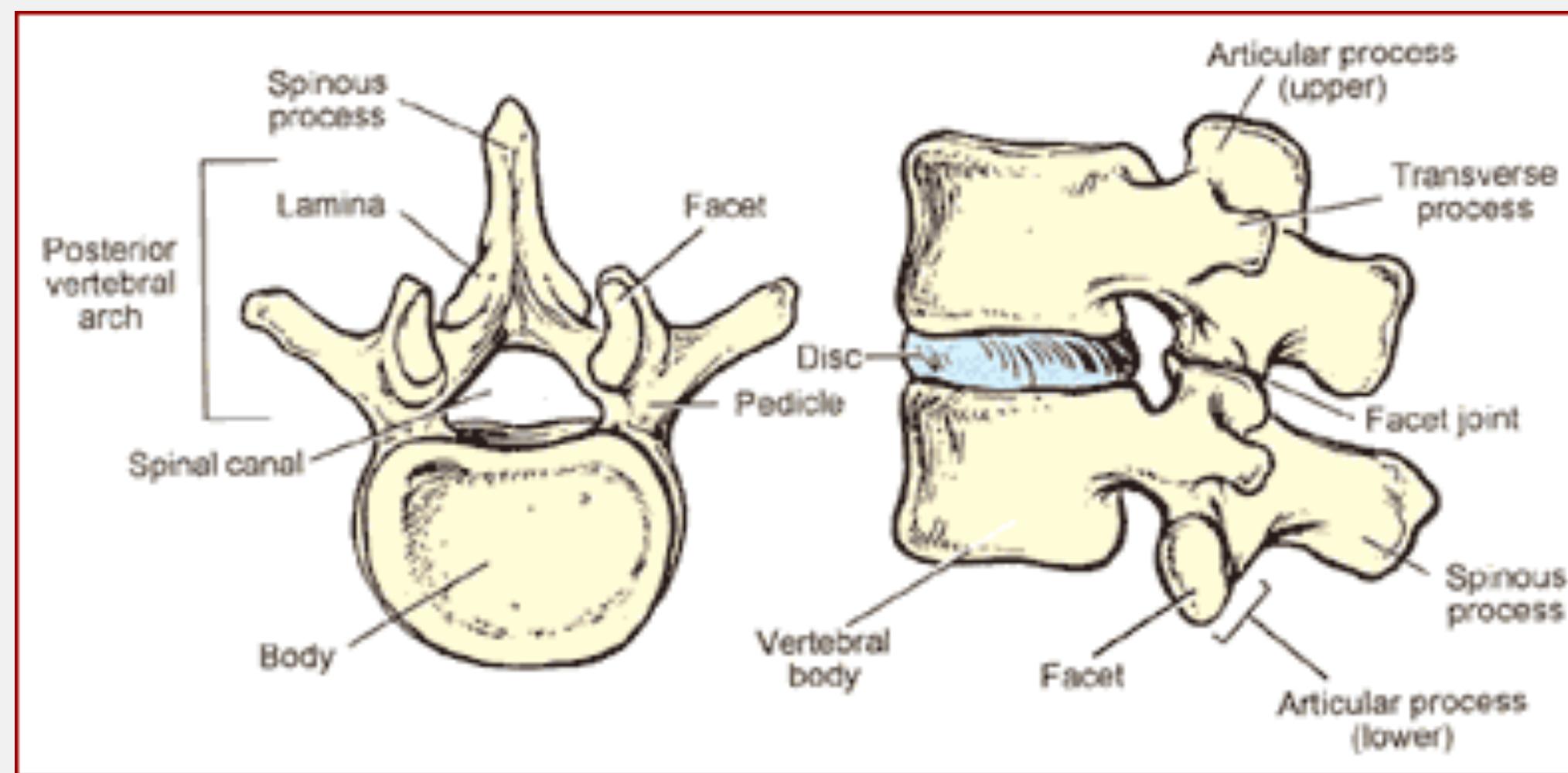


3. กระดูกแบบ (flat bone) มีลักษณะแบบ
และบางประกอบด้วยกระดูก 3 ชั้น ชั้นนอกและชั้น
ในเป็นกระดูกกึ่ง ชั้นกลางเป็นกระดูกพรุน ทำหน้าที่
ป้องกันอวัยวะภายใน จึงมักไม่ค่อยเคลื่อนที่ ได้แก่

กระดูกกะโหลก กระดูกเชิงกราน กระดูกสะบัก → Scapula
กระดูกอก กระดูกซี่โครง → pelvis



4. กระดูกรูปร่างไม่แน่นอน (irregular bone) มักมีรูปร่างเป็นเหลี่ยม มีแง่ มีช่องโถงไปมามากมาย ทำให้เหมาะสมกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้แก่ กระดูกสันหลัง กระดูกแก้ม กระดูกขากรรไกร เป็นต้น



© Encyclopædia Britannica, Inc.

การจำแนกกระดูกตามตำแหน่งที่พบร่วมกันในร่างกาย

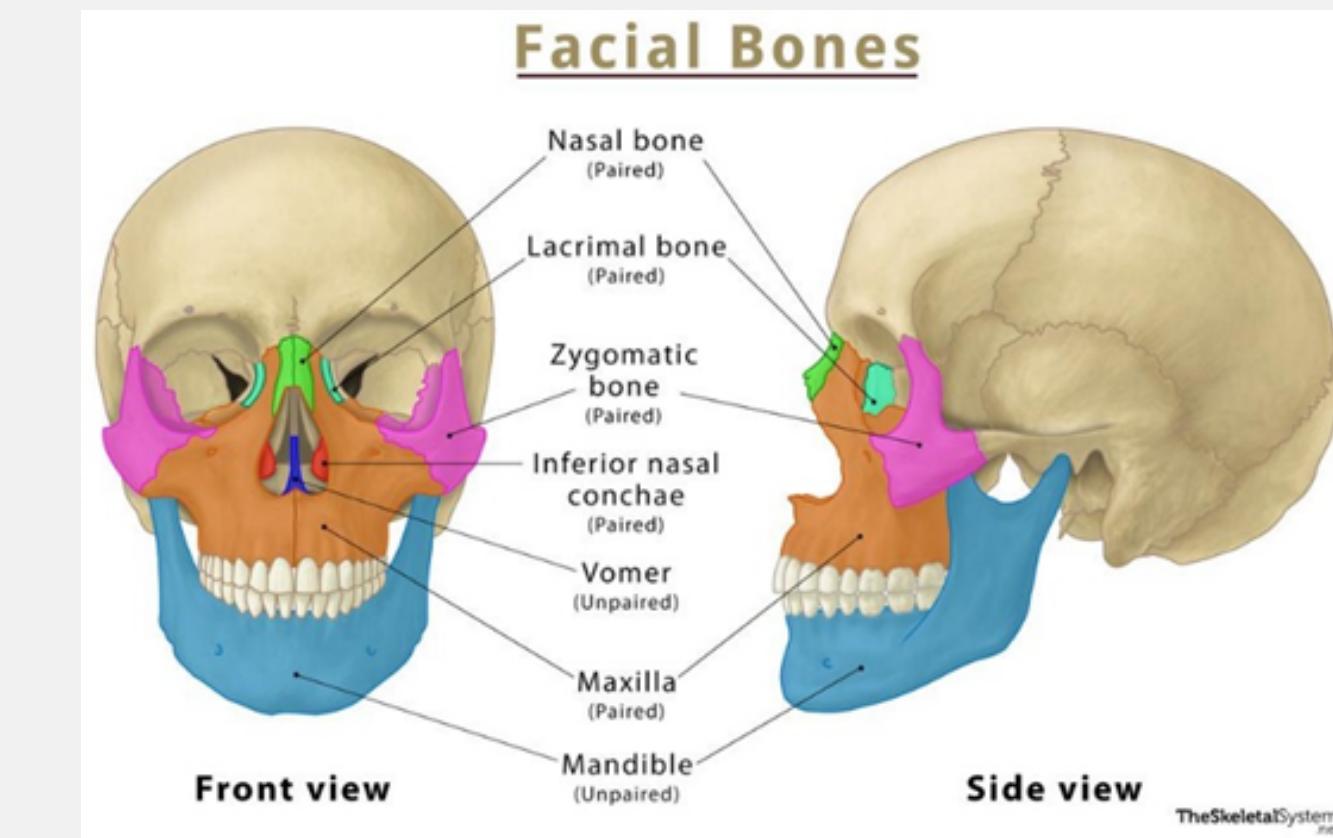
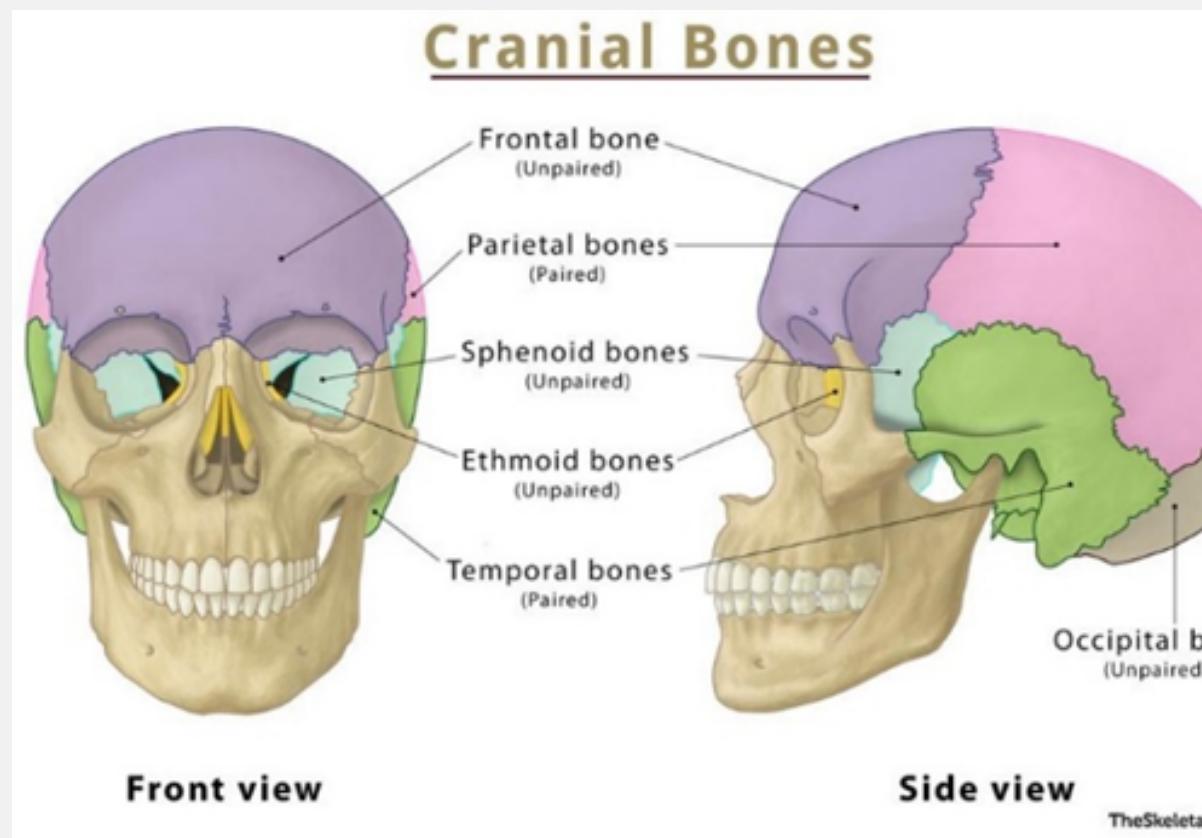
1. กระดูกแกน (axial skeleton) คือ กลุ่มของกระดูกที่อยู่ในแนวกึ่งกลางร่างกาย มีทั้งหมด 80 ชิ้น

- กะโหลกศีรษะ (skull) มีจำนวน 29 ชิ้น

- cranial bone ทำหน้าที่ห่อหุ้มสมองที่อยู่ภายใน

- facial bone เกี่ยวข้องกับกระดูกบริเวณใบหน้าที่เหลือ

ภายในกะโหลกศีรษะมีลักษณะเป็นโพรง เบา สำหรับบรรจุสมอง ช่วยป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับสมองได้ นอกจากนี้ยังมีกระดูกที่เกี่ยวข้อง (associated bones) ได้แก่ กระดูกหู (ค่อน กั้ง โගน) และกระดูก hyoid ที่อยู่ในคอ



2. กระดูกสันหลัง (vertebra)

- ประกอบด้วยกระดูกขนาดเล็กจำนวน

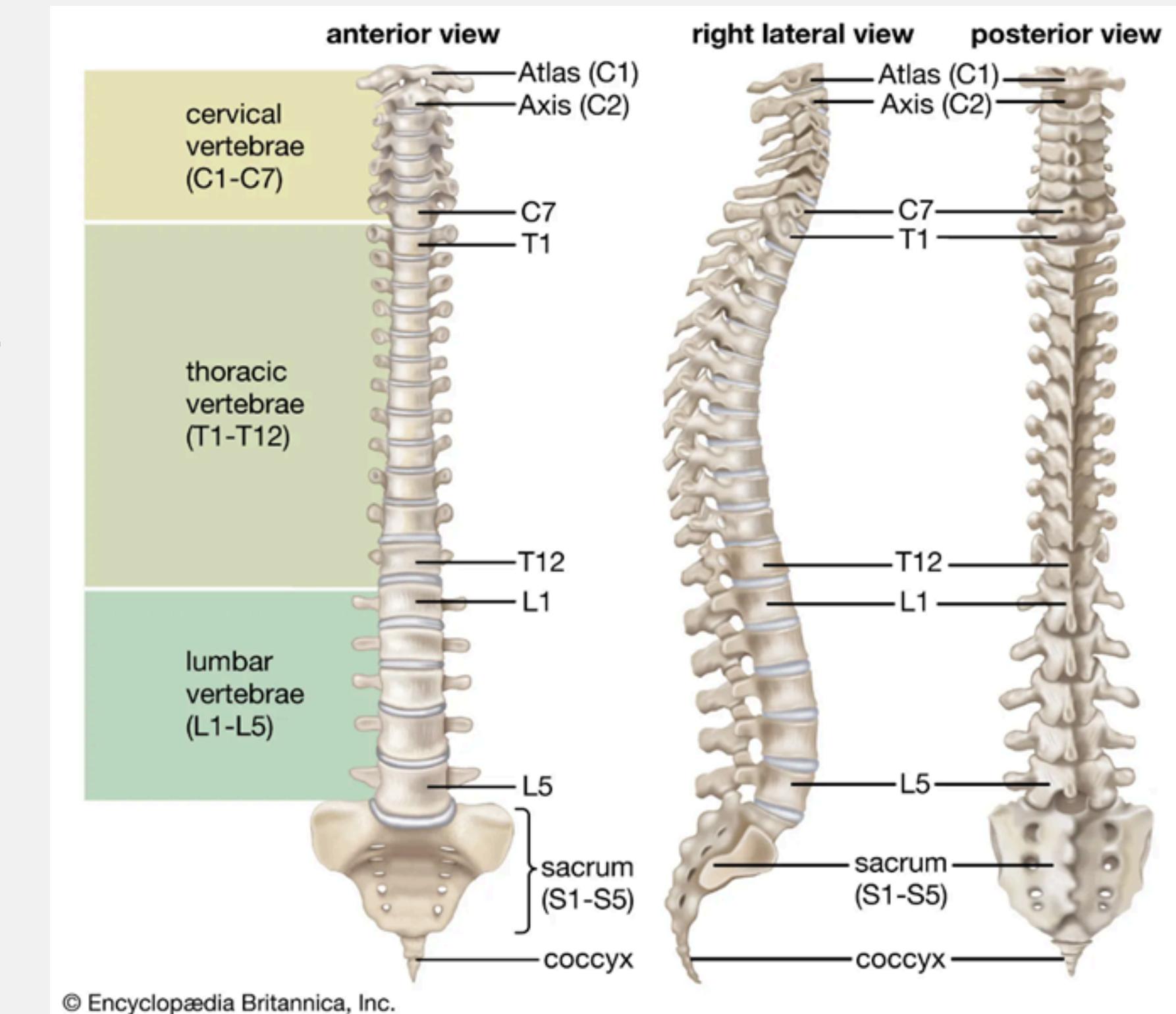
34 ชิ้น เรียกกระดูกแต่ละชิ้นว่า vertebrae

- กระดูกแต่ละชิ้นจะมีกระดูกอ่อน

fibrocartilage คั้นอยู่ เรียกว่า

intervertebral discs ทำหน้าที่รองและ

เชื่อมกระดูกสันหลังเพื่อป้องกันการเสียดสี
ของกระดูก อีกทั้งยังมีความสำคัญในการ
ถ่ายเทน้ำหนักส่วนลำตัวของมนุษย์ไปไว้ที่
รยางค์ส่วนล่างของลำตัว

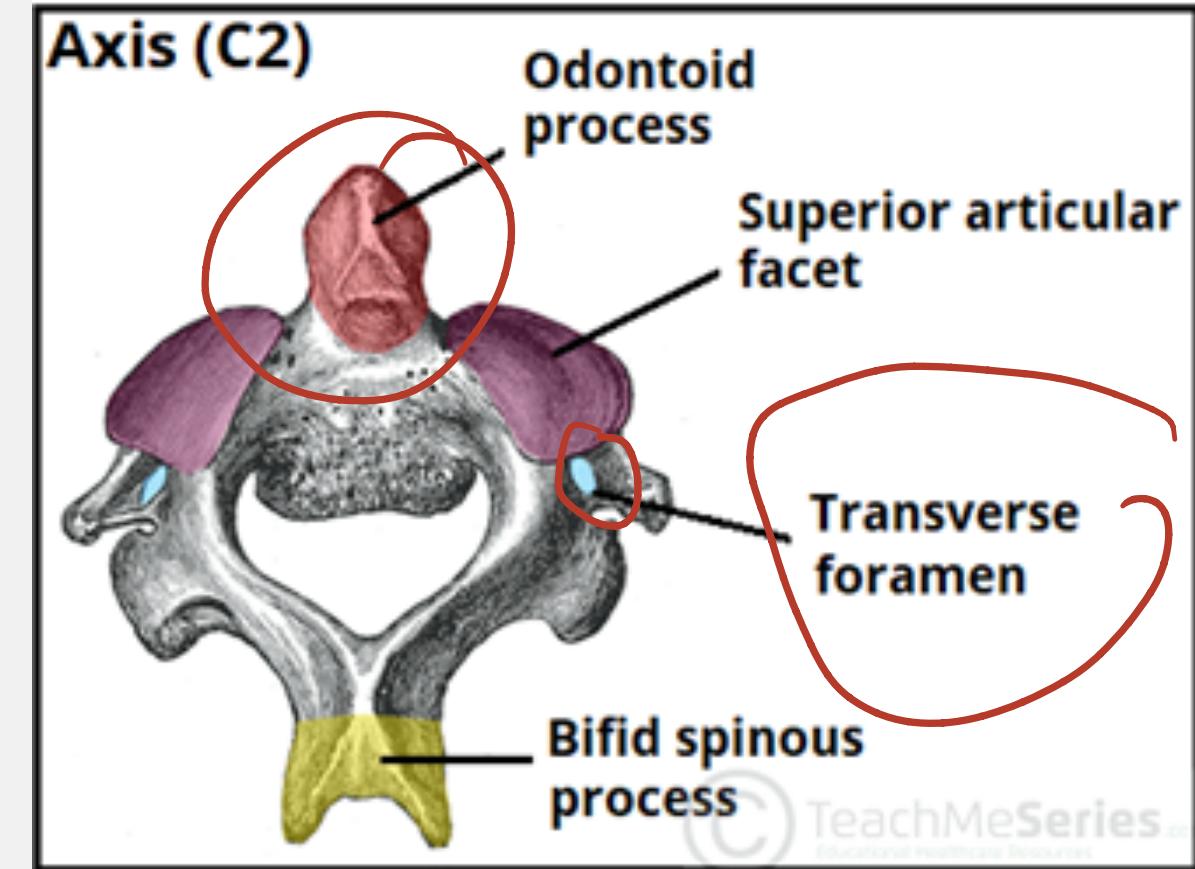
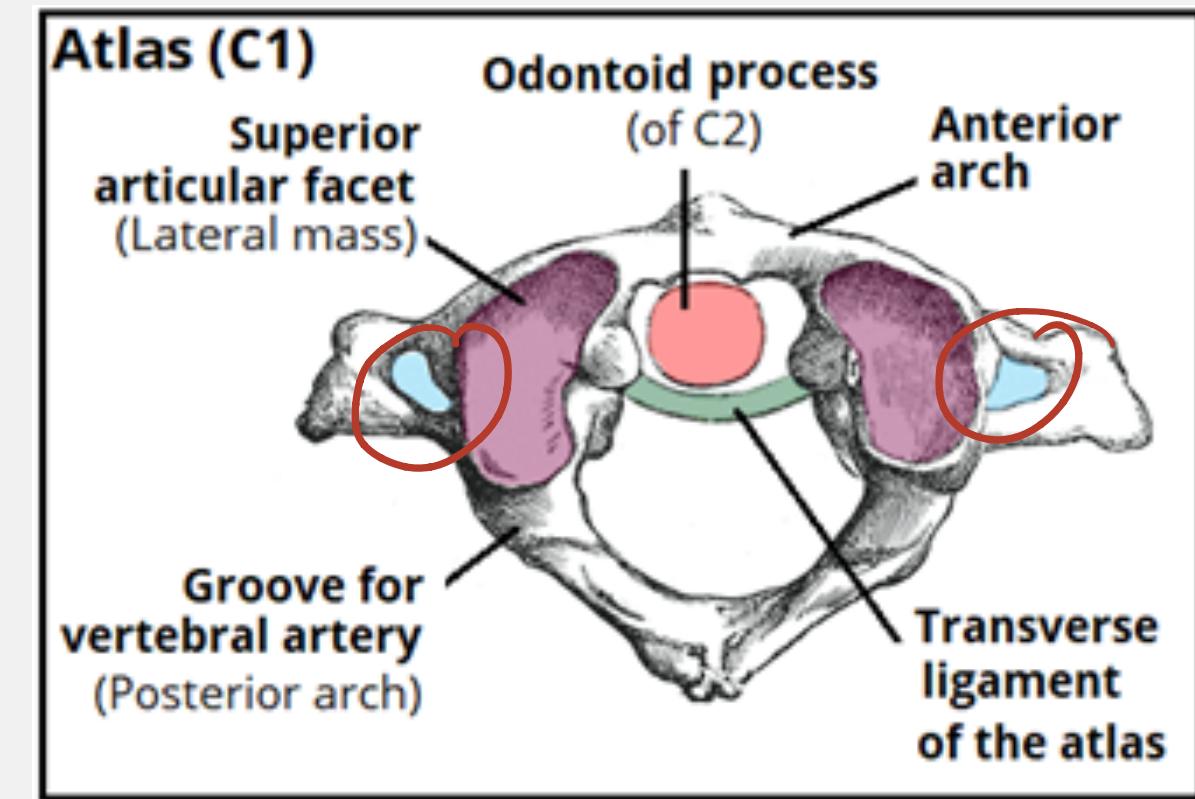


© Encyclopædia Britannica, Inc.

กระดูกสันหลังแบ่งเป็นช่วงต่างๆ ดังนี้

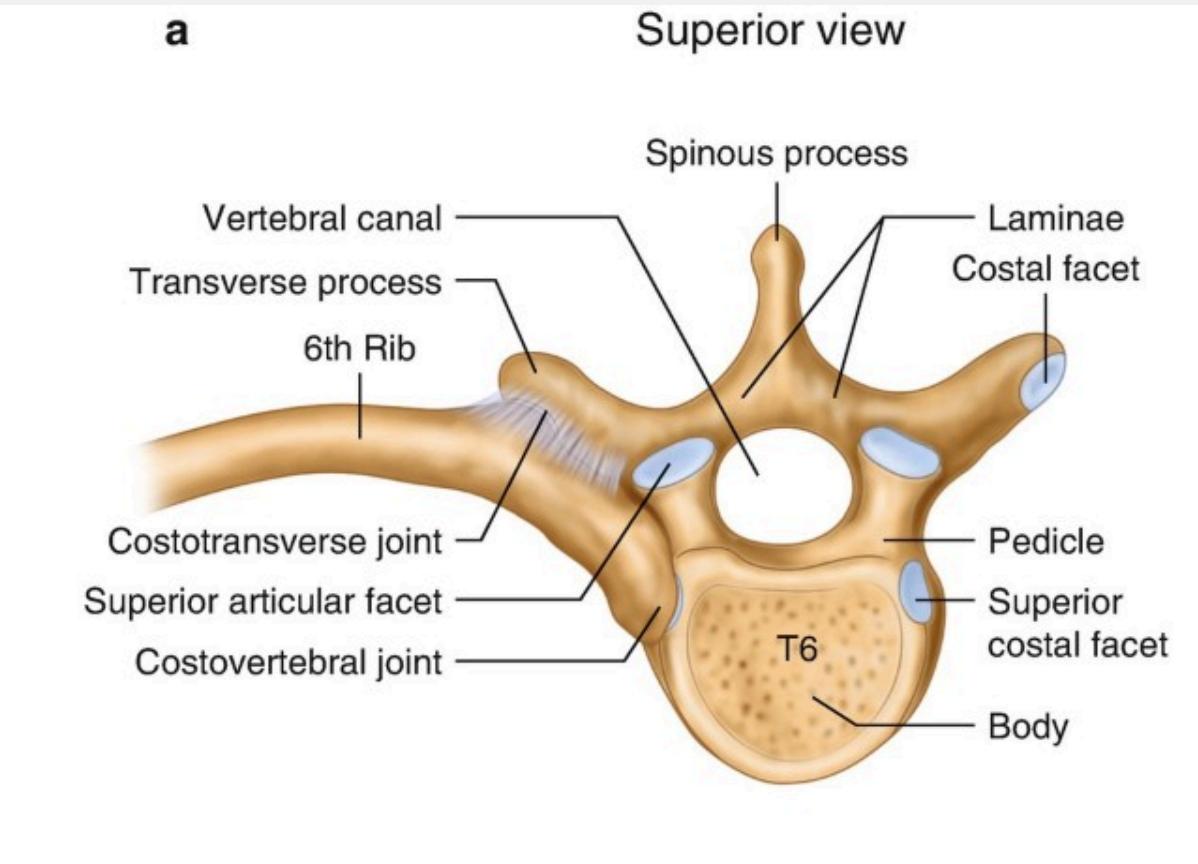
1. กระดูกสันหลังช่วงคอ (cervical vertebra)

- มีทั้งหมด 7 ชิ้น
- แตกต่างจากกระดูกสันหลังอื่นคือมี Transverse foramen
- ชิ้นที่ 1 เรียกว่า Atlas ลักษณะคล้ายวงแหวน พื้นบนมีรอยติดต่อกับ occipital condyle กำหน้าที่กั้นศีรษะและเงยไปข้างหลังพื้นล่างมีรอยต่อ กับกระดูกสันส่วนคอท่อนที่ 2 เรียกว่า Axis ซึ่งมีเดือยอยู่ด้านบนและสวมอยู่ในกระดูก สันหลังคอท่อนที่ 1 กำหน้าที่หมุนศีรษะไปข้าง ၂ ได้



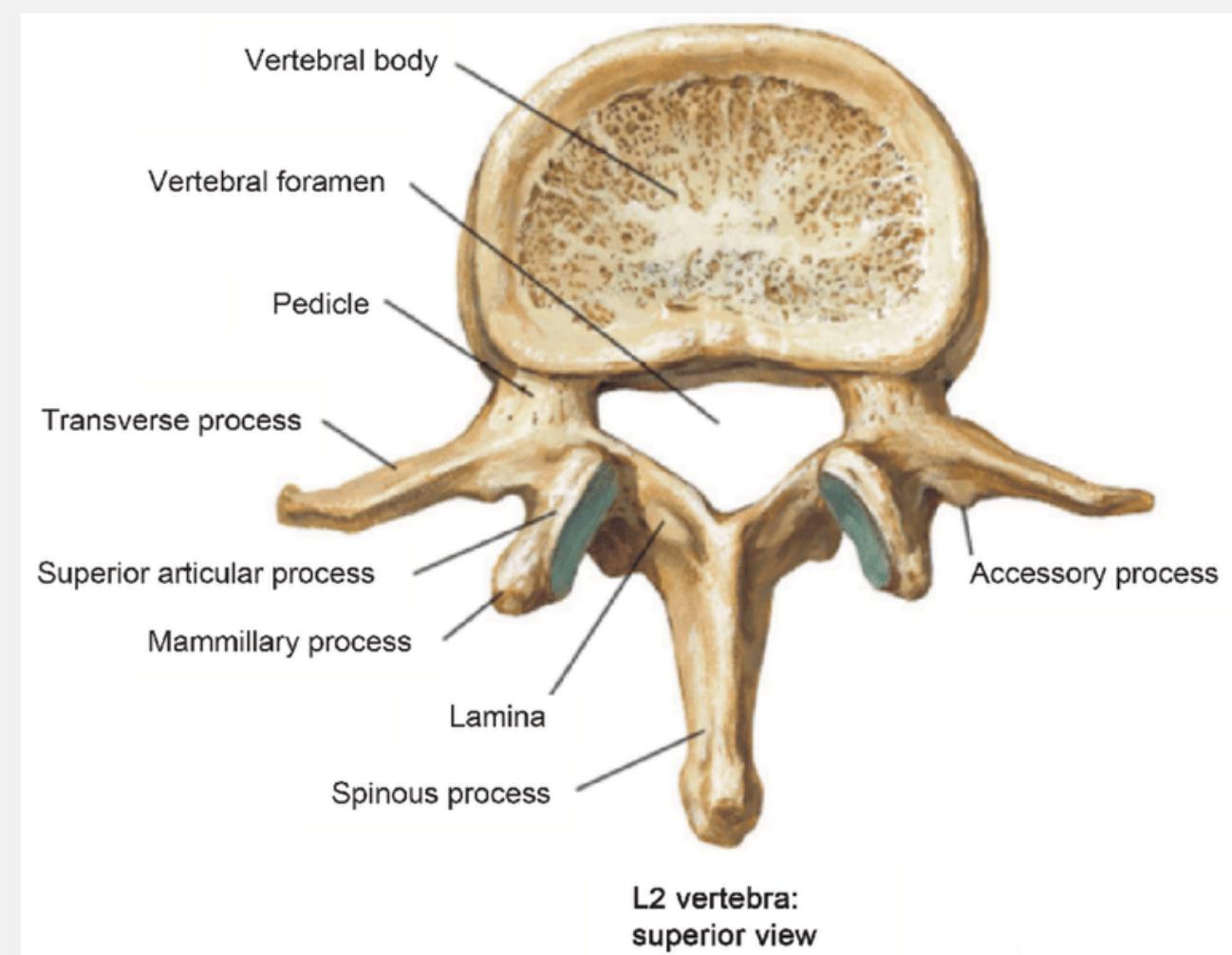
2. กระดูกสันหลังช่วงอก (thoracic vertebra)

- มีกั้งหมด 12 ชิ้น ส่วน body มีขนาดใหญ่และแข็งแรง Transverse process หนา ไม่มีรู ด้านหน้ามีรอยต่อ กับกระดูกซี่โครง



3. กระดูกสันหลังช่วงเอว หรือกระดูกขึ้นเอว (lumbar vertebra)

- มีกั้งหมด 5 ชิ้น Transverse process เล็ก ส่วน Spinous process มีลักษณะลาดลง เป็นกระดูกสันหลังที่ใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุด

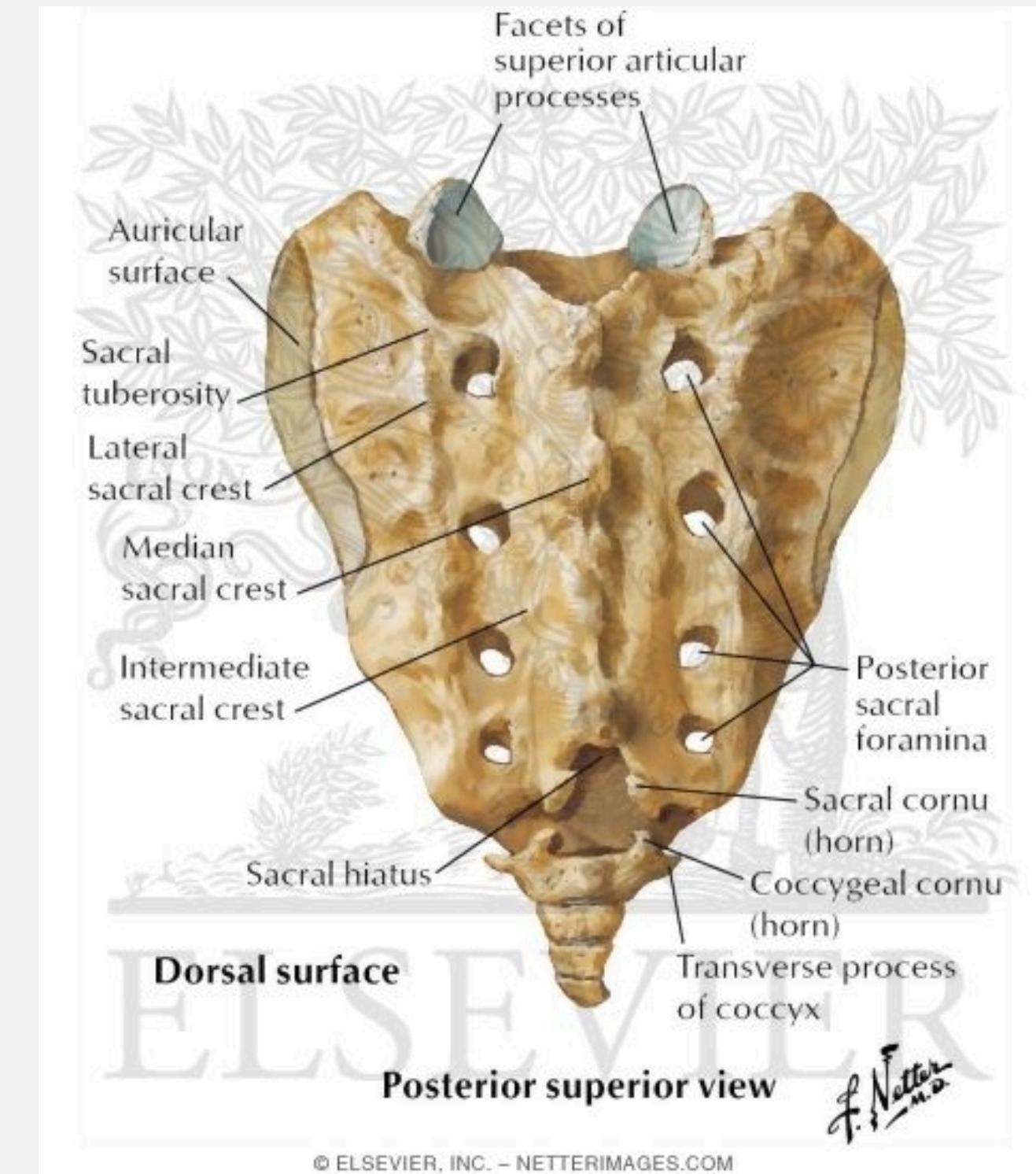


4. กระดูกกระเบนเห็นบ (sacral vertebra)

- มีทั้งหมด 1 ชิ้น โดยระยะตัวอ่อนจะประกอบด้วยกระดูก 5 ชิ้น เมื่อโตเป็นผู้ใหญ่จะหลอมรวมติดกันเป็นชิ้นเดียวลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยม ทางด้านข้างของกระดูกกระเบนเห็นบติดต่อกับกระดูกเชิงกราน (pelvic girdle)

5. กระดูกหาง (caudal vertebra) หรือกระดูกก้นกบ (coccyx)

- มีทั้งหมด 1 ชิ้น ในระยะตัวอ่อนประกอบด้วยกระดูก 4 ชิ้น เมื่อโตเป็นผู้ใหญ่จะหลอมรวมติดกันเป็นชิ้นเดียว



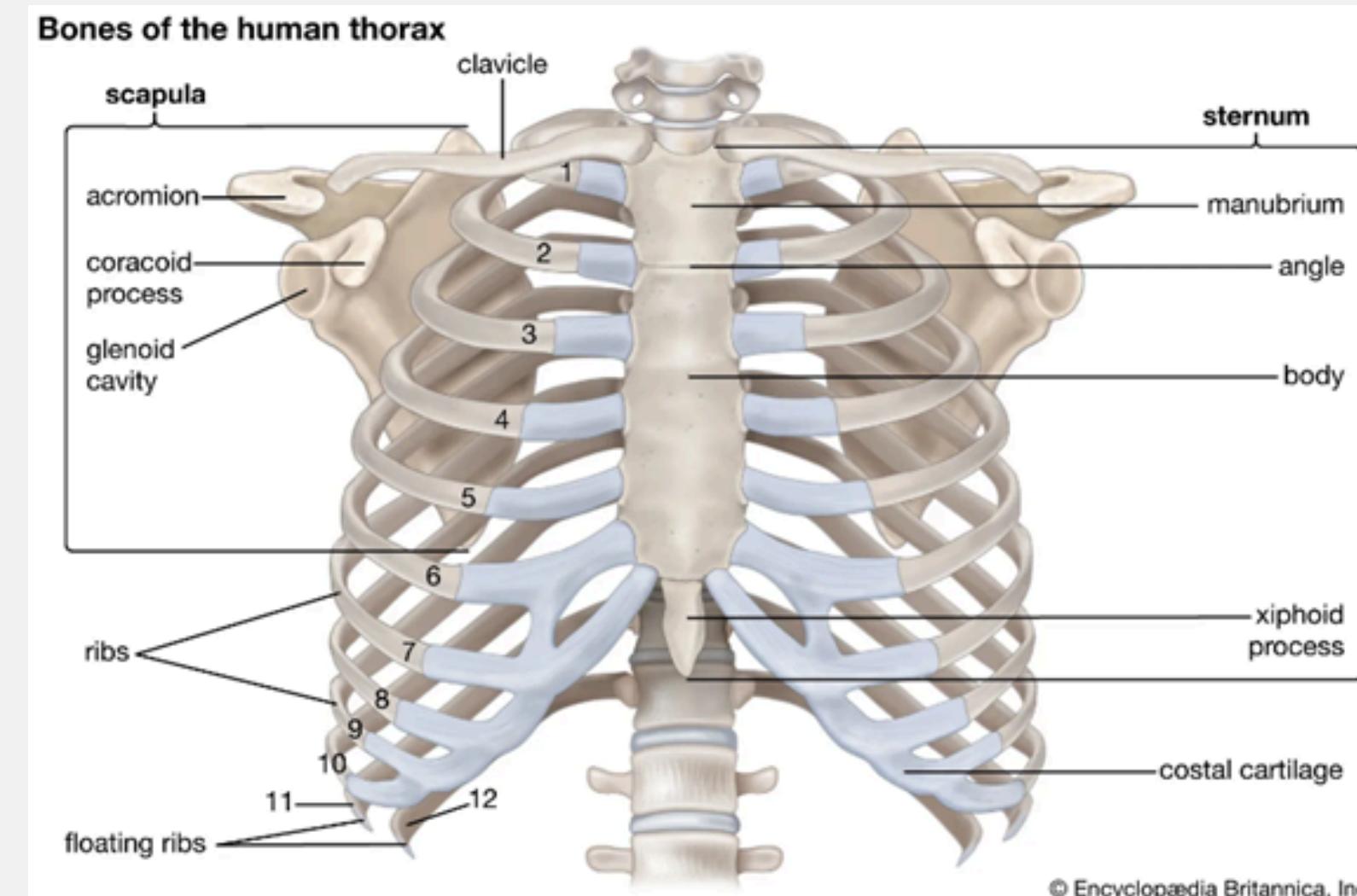
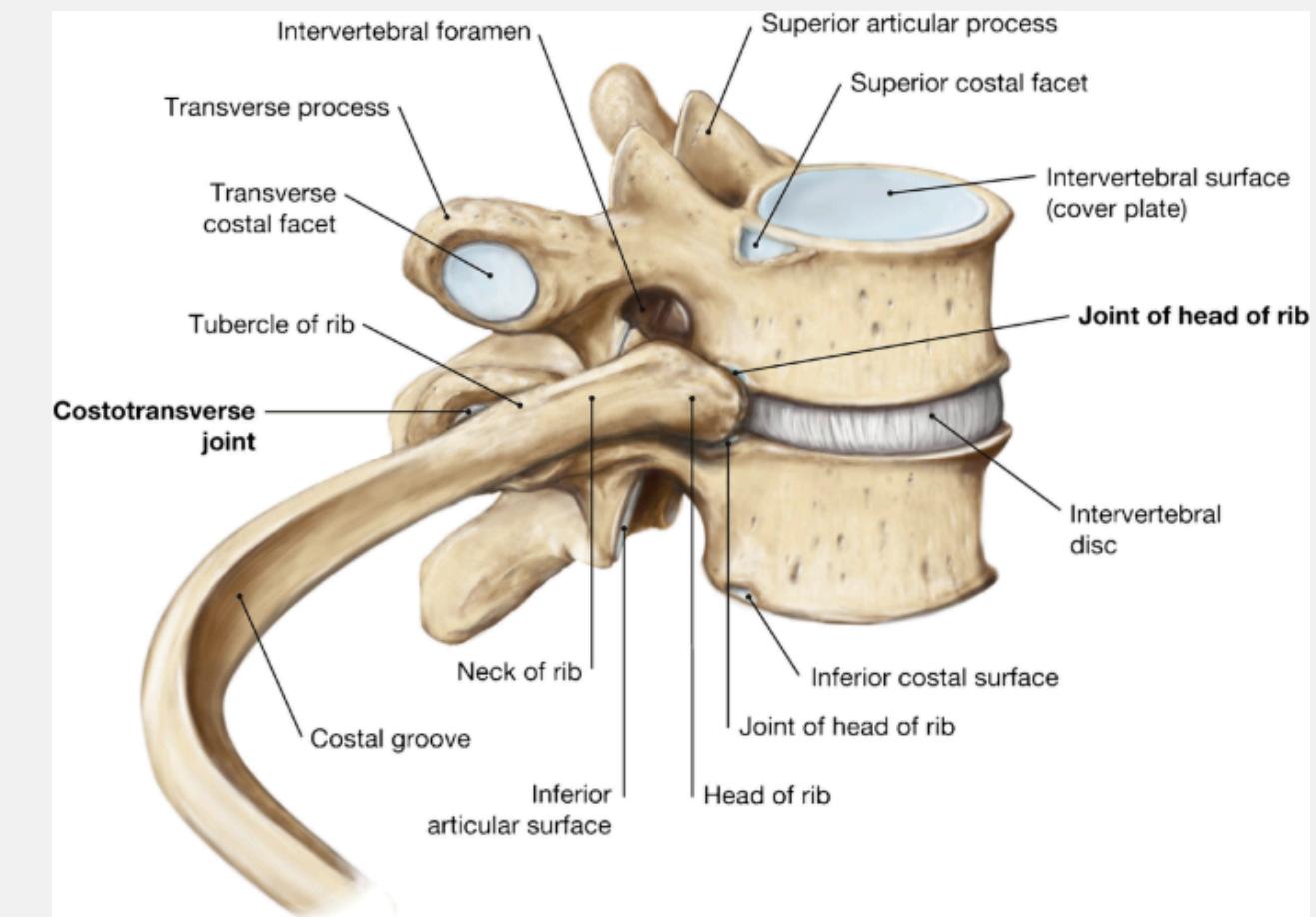
3. กระดูกซี่โครง (ribs) มีทั้งหมด 12 คู่

- กระดูกซี่โครง 7 คู่แรก จะมีส่วนที่เชื่อมกับด้านข้างของกระดูกสันหลังบริเวณอกและปลายอักด้านหนึ่งเชื่อมกับกระดูกอกด้วยกระดูกอ่อนแยกกันแต่ละคู่ เรียกกระดูกซี่โครง 7 คู่แรกนี้ว่า **true ribs** หรือ **vertebrosternal ribs**

- 3 คู่ถัดมาจะมีการเชื่อมต่อกับกระดูกอกโดยการใช้กระดูกอ่อนร่วมกัน เรียกกระดูกซี่โครงชุดนี้ว่า **false ribs** หรือ **vertebrochondral ribs** *False*

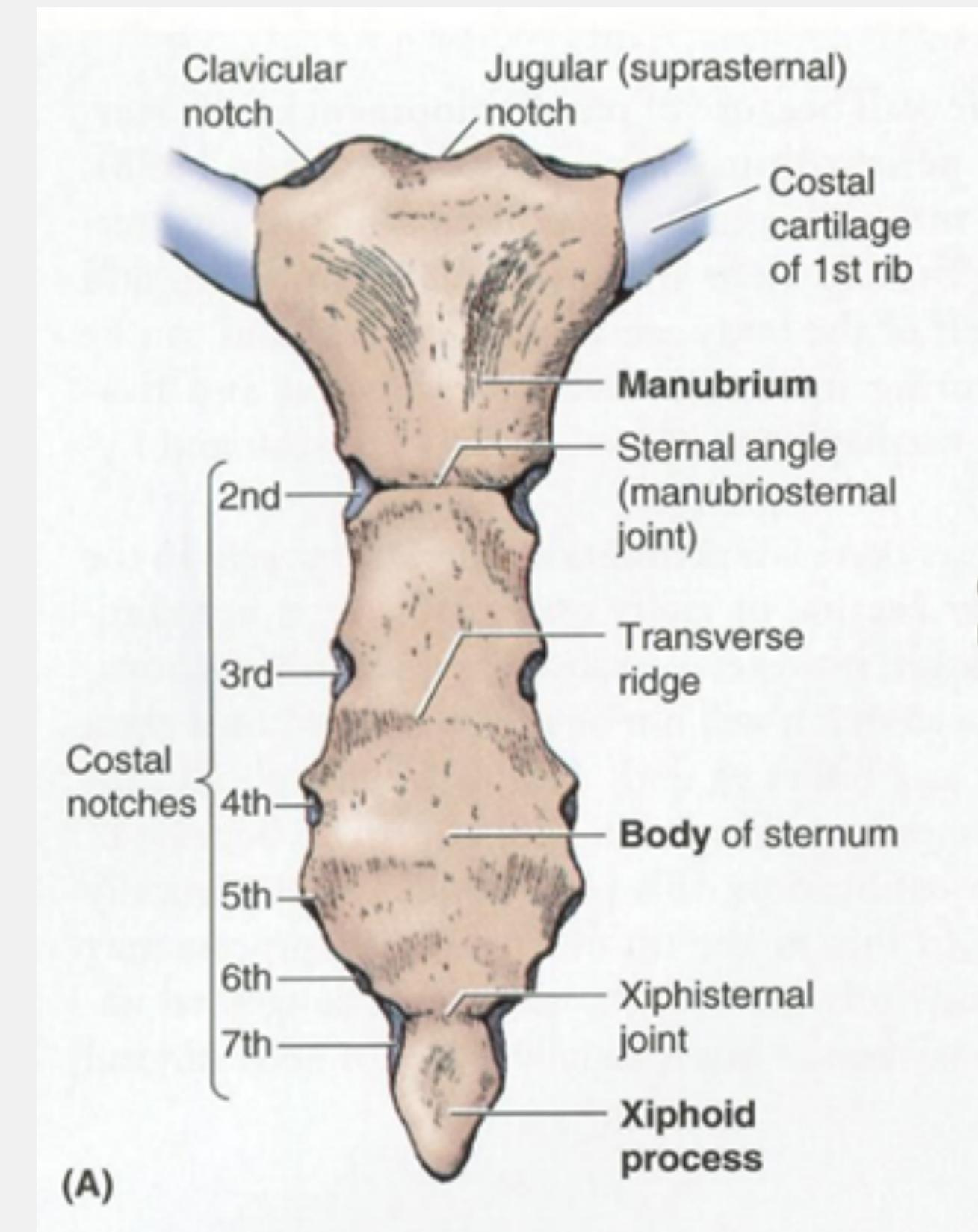
- 2 คู่สุดท้าย (คู่ที่ 11 และ 12) มีลักษณะเป็นซี่สัน ๆ และไม่เชื่อมกับกระดูกอก เรียกว่า **floating ribs**

vertebrochondral ribs

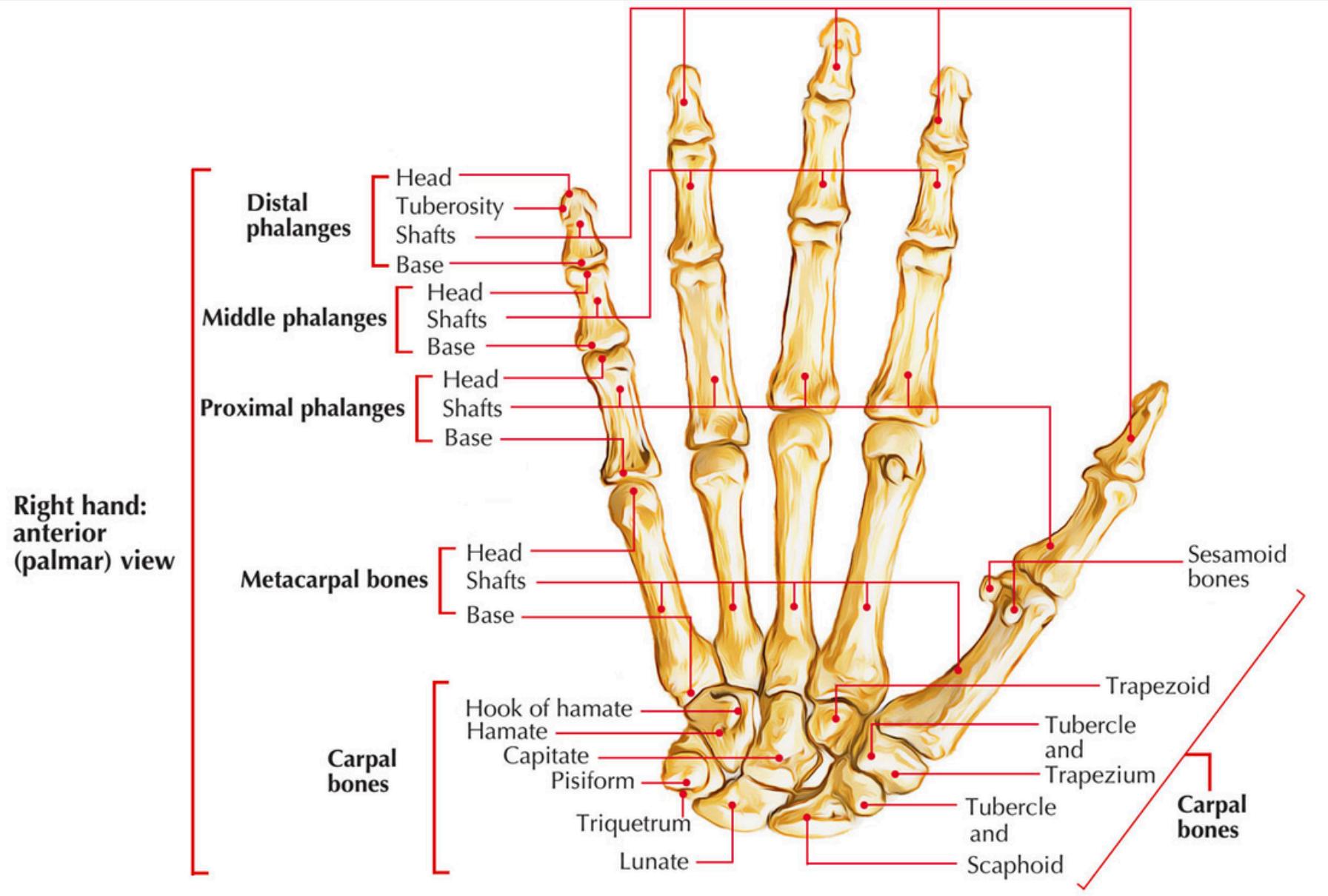
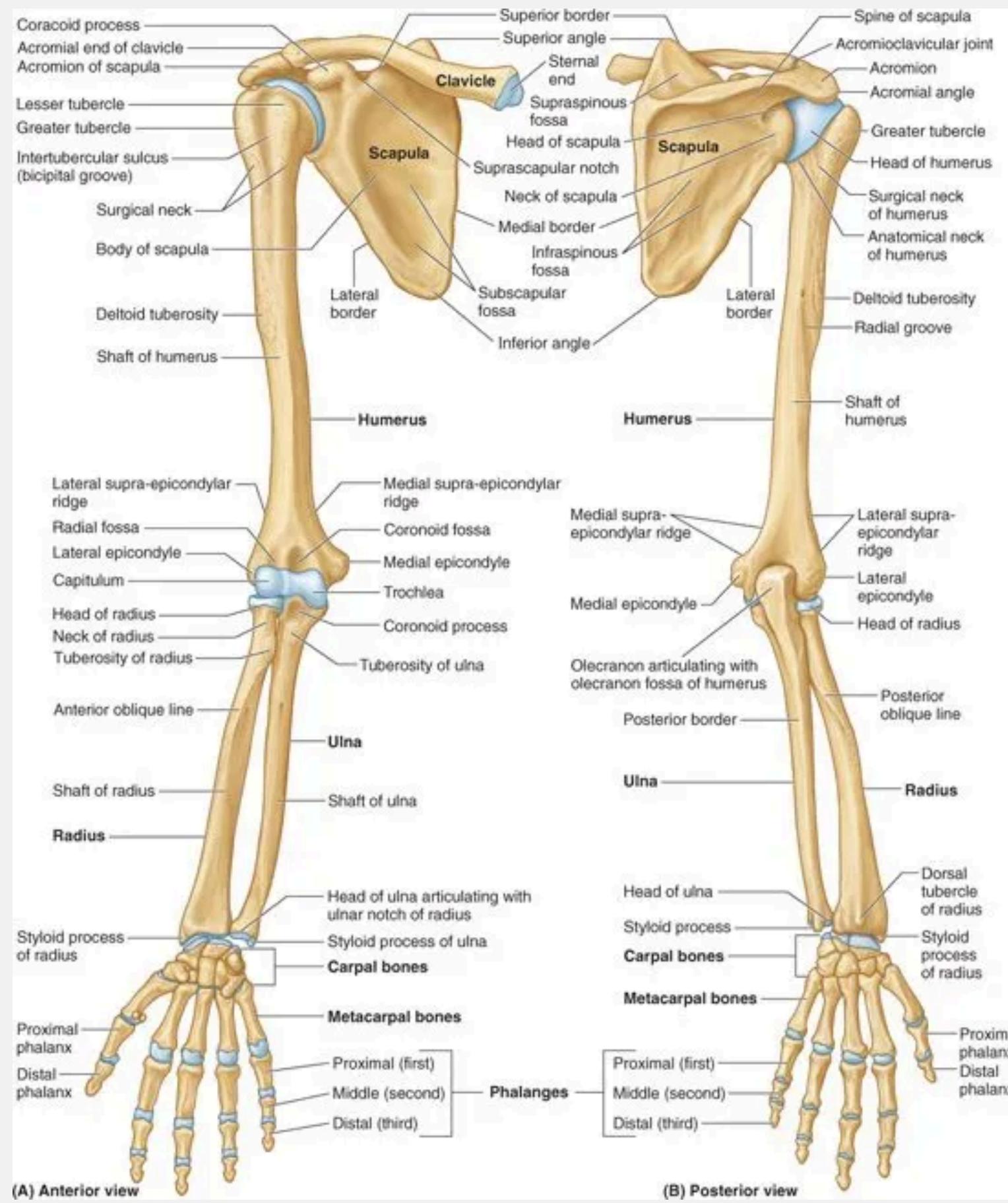


4. กระดูกอก (sternum)

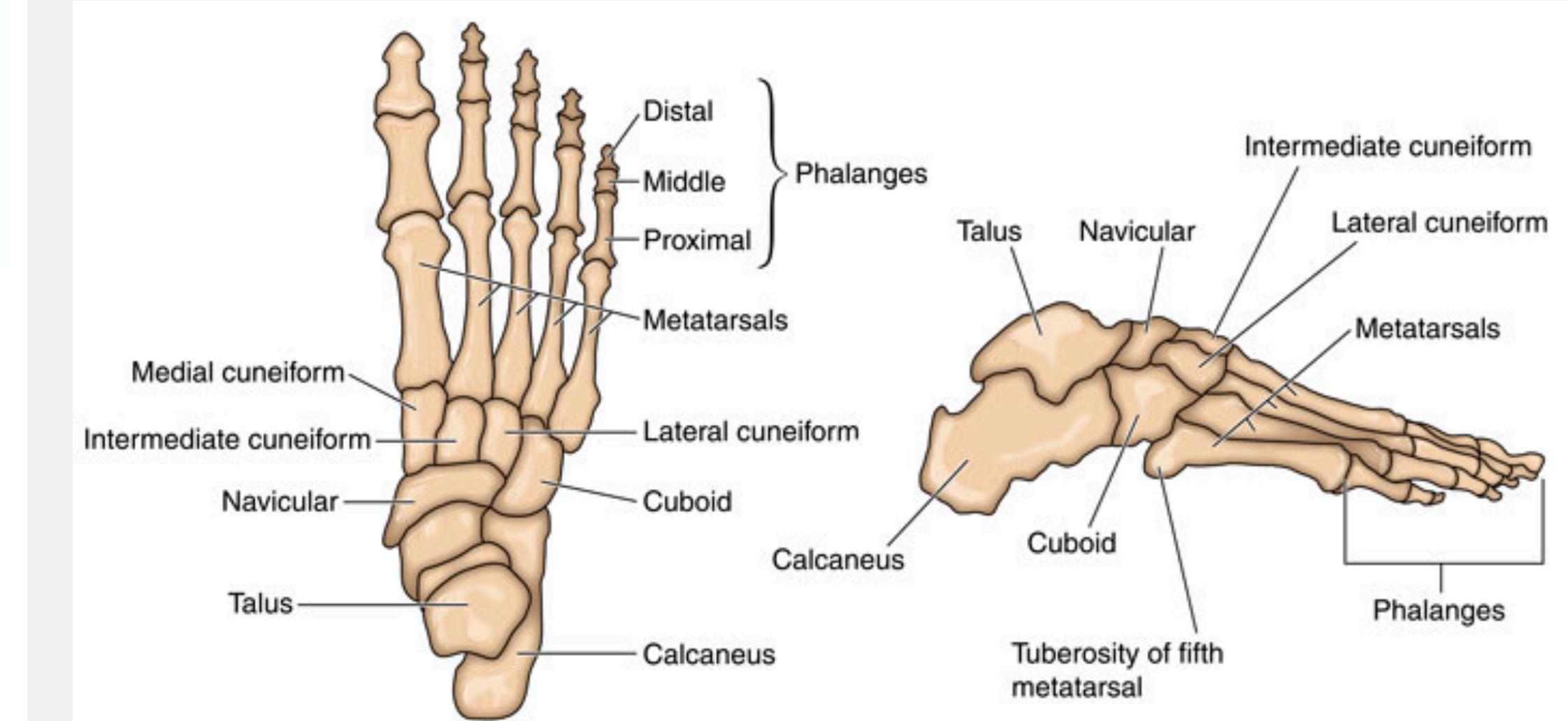
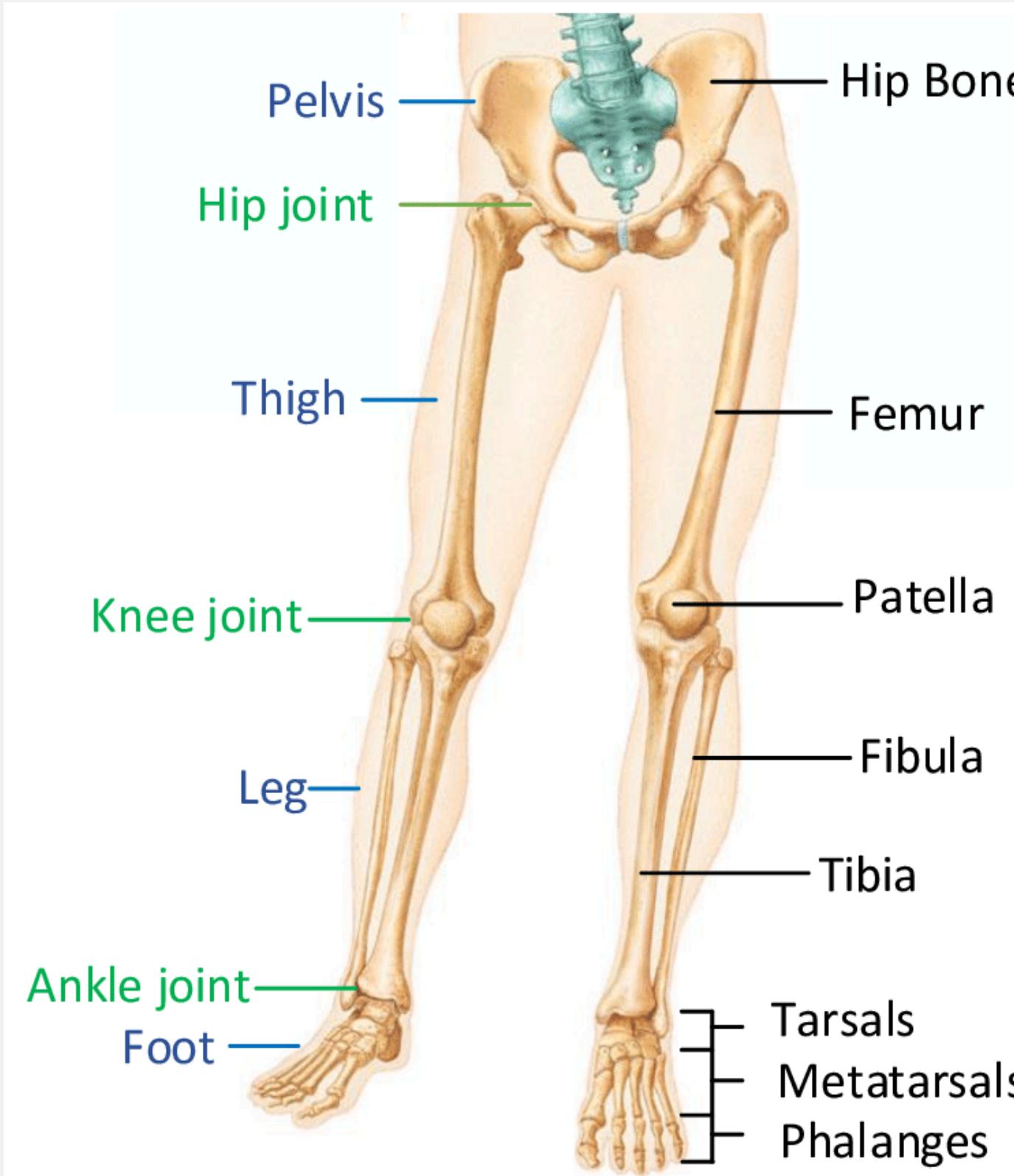
- มีทั้งหมด 1 ชิ้น เป็นที่ยึดเกาะของกระดูกซี่โครง
- ตั้งอยู่บริเวณตรงกลางข้างหน้าของทรวงอก
แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Manubrium,
Body และ Xiphoid
- ในคนอายุน้อยคงเป็นกระดูกอ่อนอยู่ เมื่ออายุ
ประมาณ 25 ปี จึงจะติดเป็นกระดูกชิ้นเดียวกัน



ក្រោករយាយគ (appendicular skeleton)



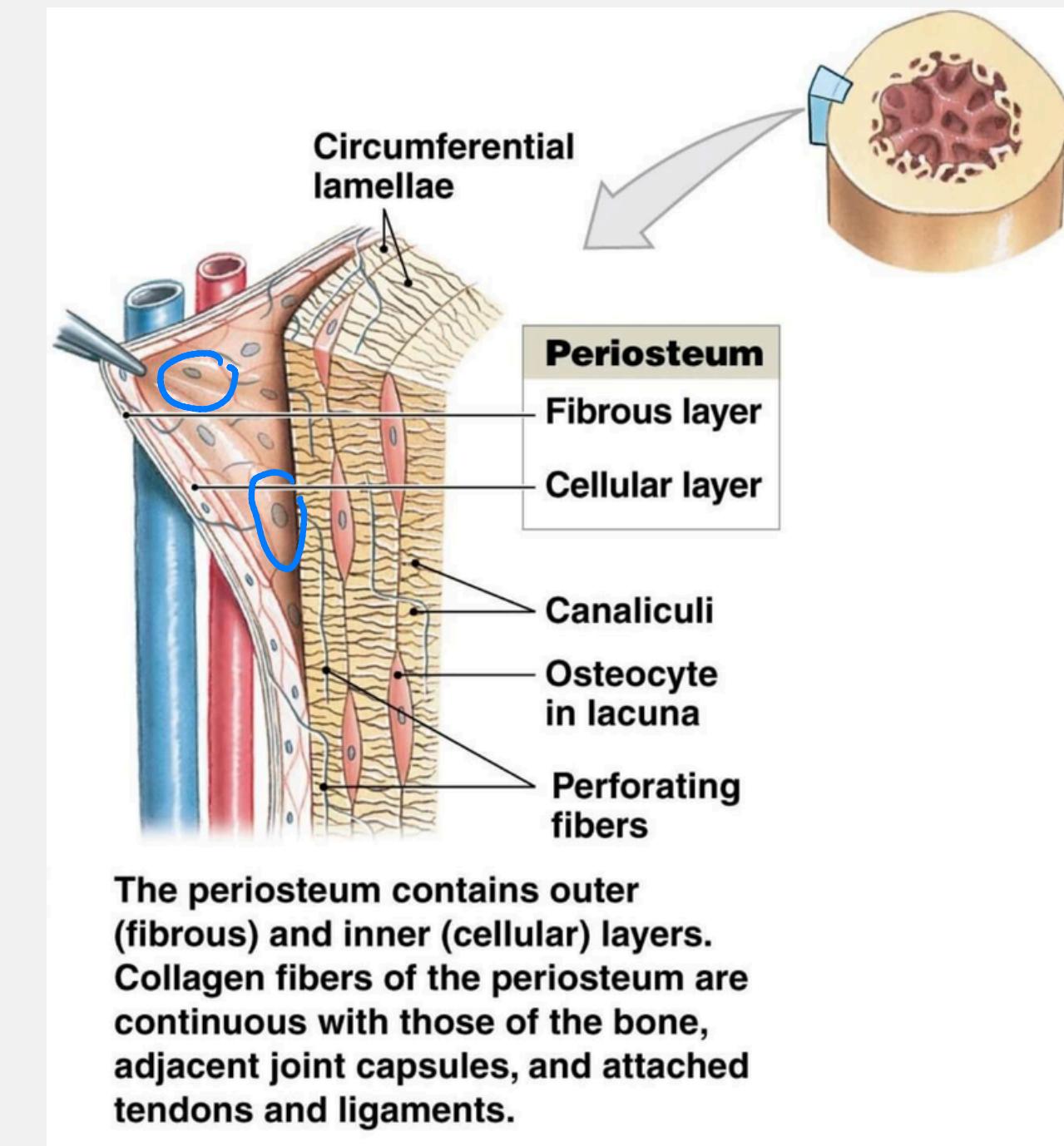
กระดูกขา (appendicular skeleton)



โครงสร้างของกระดูก

1. เยื่อกระดูก หรือ เยื่อหุ้มกระดูก (periosteum)

- เป็นผนังที่หุ้มชั้นนอกของกระดูก ทำหน้าที่ช่วยให้กล้ามเนื้อและเอ็นยึดติดกับกระดูก
- มีหลอดเลือดในเยื่อกระดูก ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารและออกซิเจนไปหล่อเลี้ยงกระดูก
- ด้านในของเยื่อกระดูกมีเซลล์ที่สามารถเจริญไปเป็นเซลล์กระดูกได้ นอกจากนี้ยังมีเส้นประสาทจำนวนมากที่เยื่อกระดูก

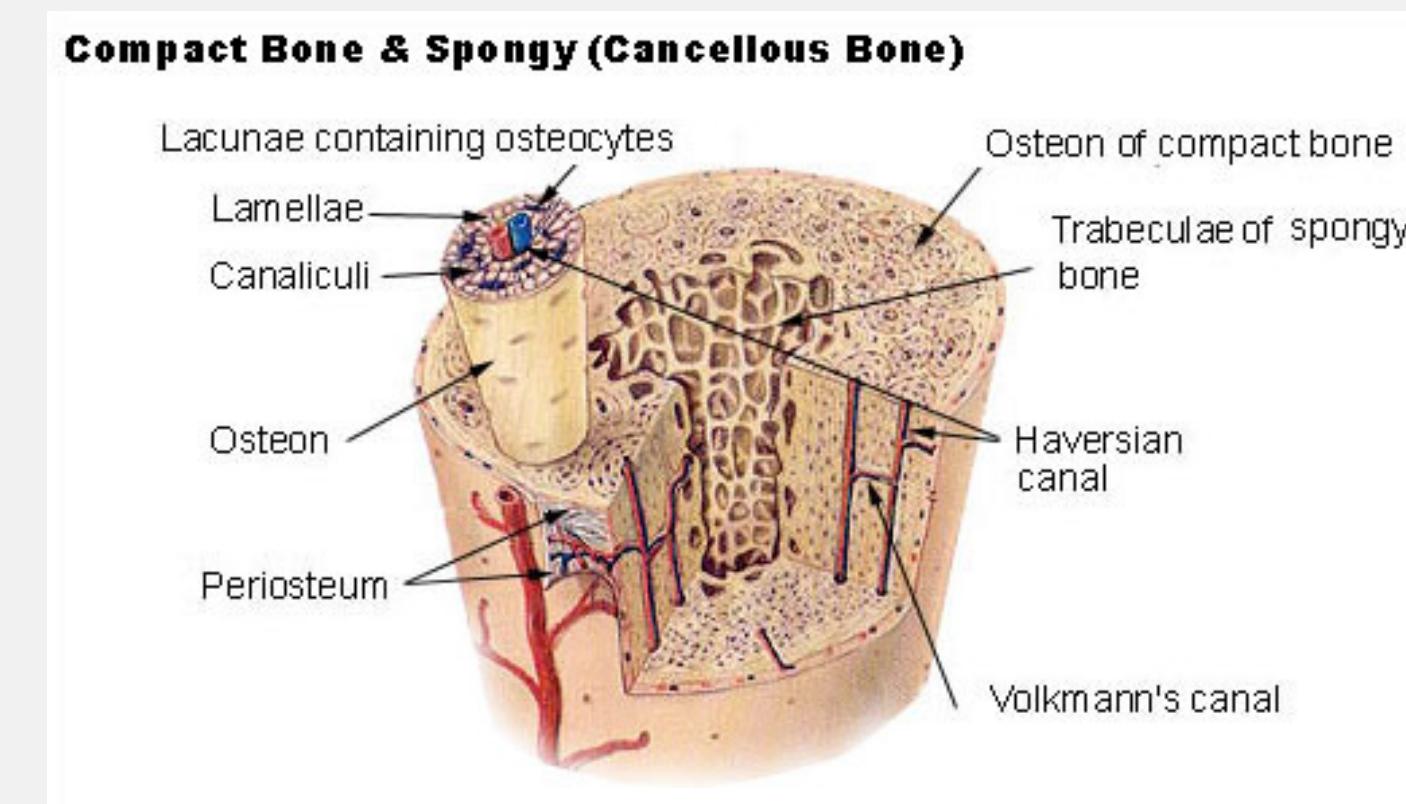


โครงสร้างของกระดูก

2. เนื้อกระดูก

2.1 กระดูกแข็ง หรือกระดูกทึบ (compact bone)

- เป็นกระดูกชั้นนอกประกอบด้วยเกลือแร่และสมอญี่เป็นจำนวนมากภายในมีลักษณะเป็นวงกลมล้อมรอบท่อขนาดเล็กๆ ซึ่งเรียกว่า ท่อชาเวอร์เซียน (Haversian canal)
- เชลล์กระดูกรอบ ๆ ท่อชาเวอร์เซียน จะได้รับอาหารและออกซิเจนจากหลอดเลือดที่ผ่านท่อชาเวอร์เซียน
- ถ้ากระดูกเกิดแตกหักเส้นประสาทในท่อเล็กๆ นี้ก็จะส่งกระแทกไปยังสมองเราจึงรู้สึกถึงความเจ็บปวด

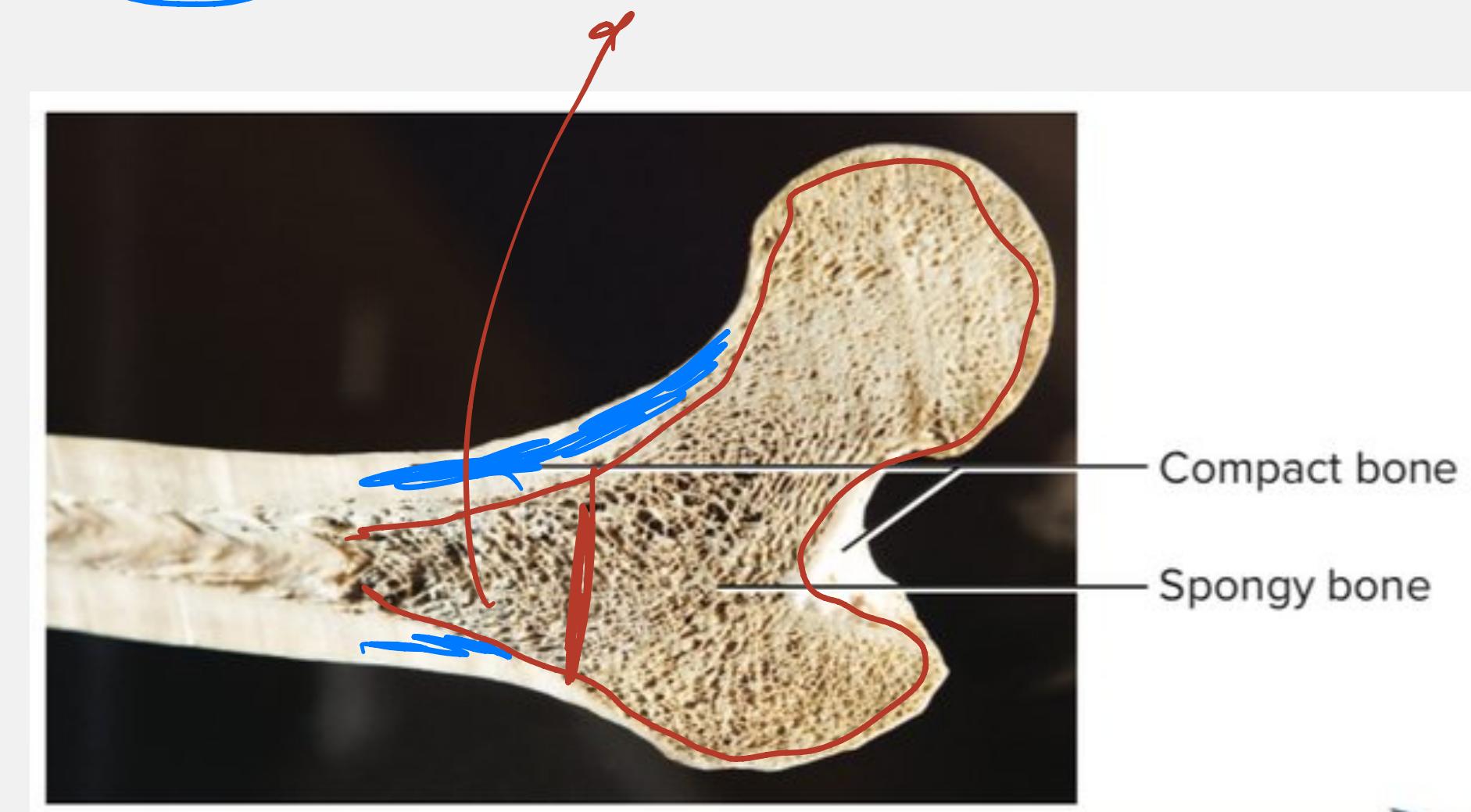
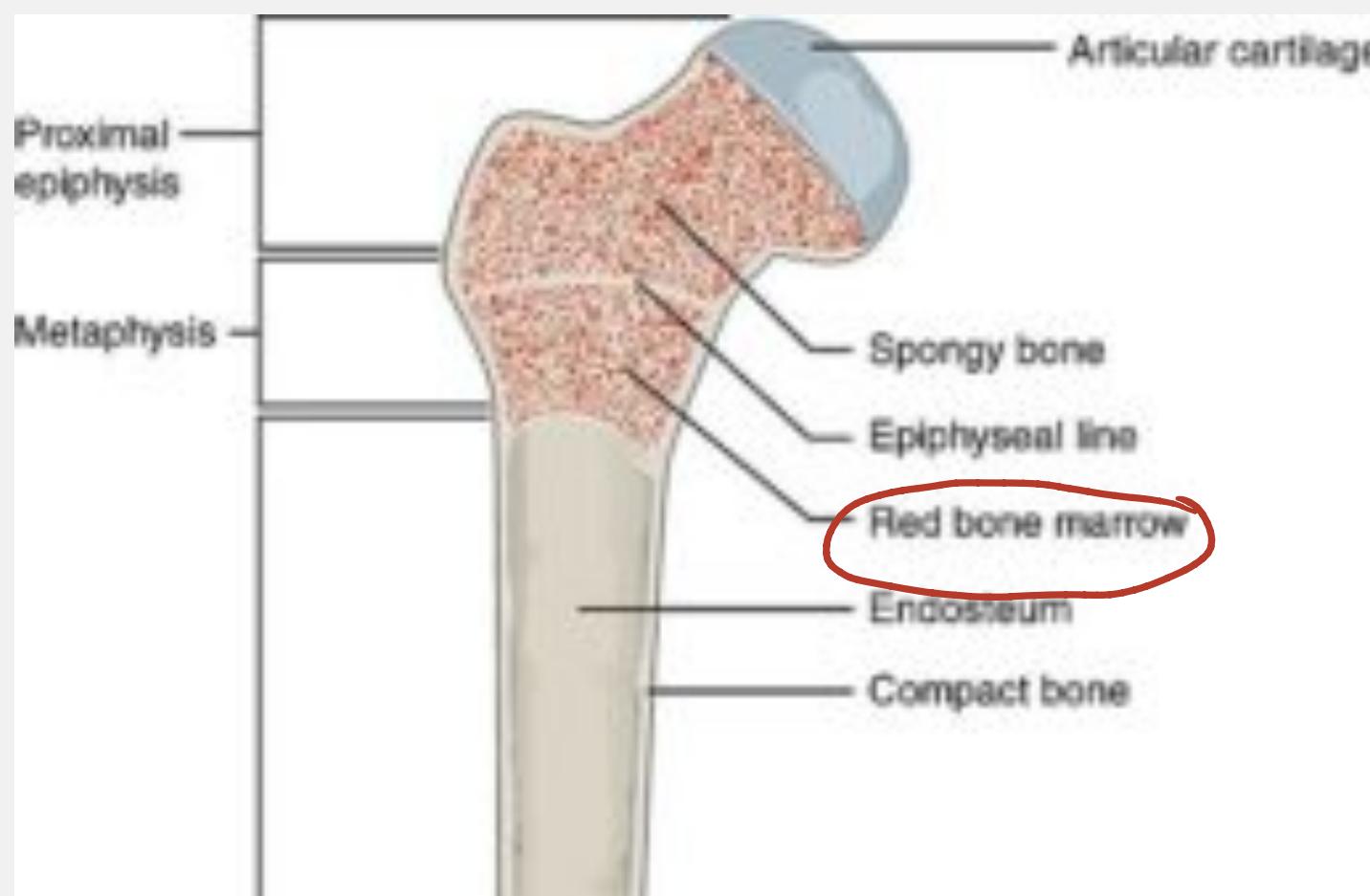


โครงสร้างของกระดูก

2. เนื้อกระดูก

2.2 กระดูกพองน้ำ (spongy bone)

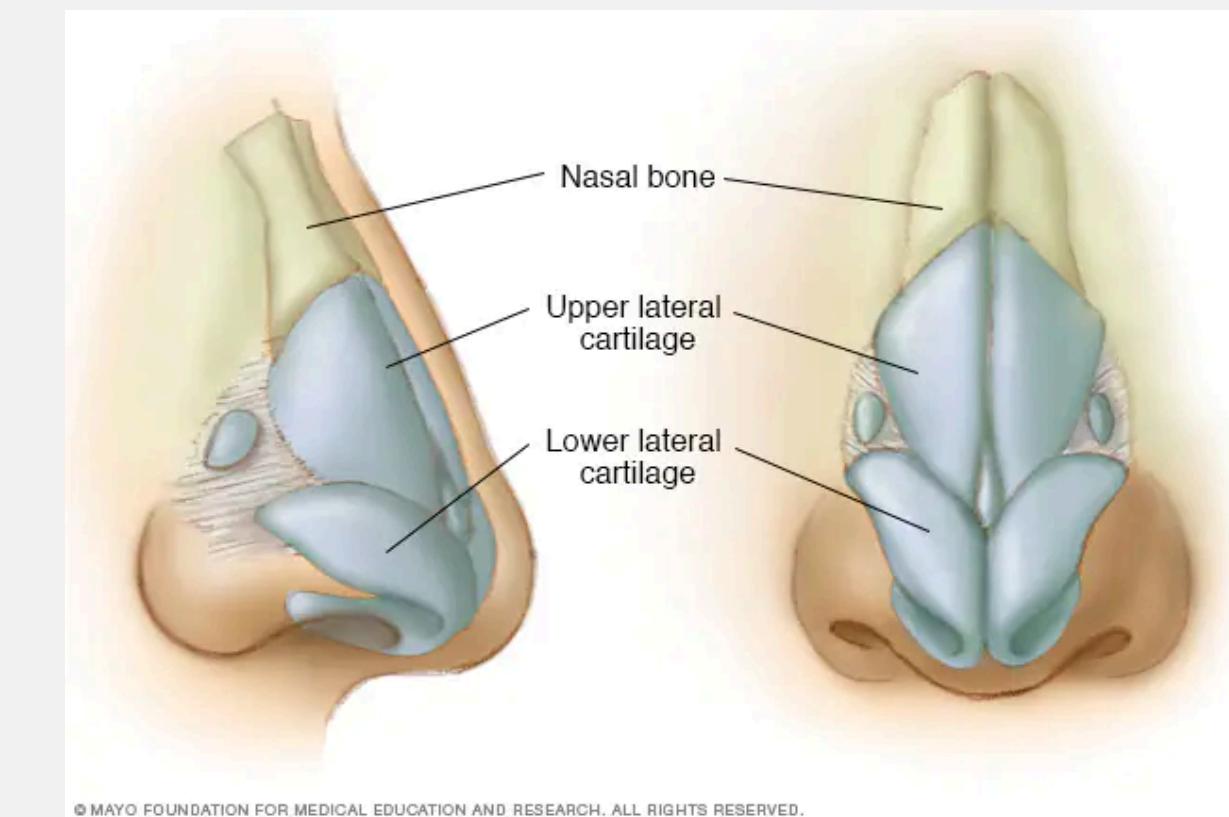
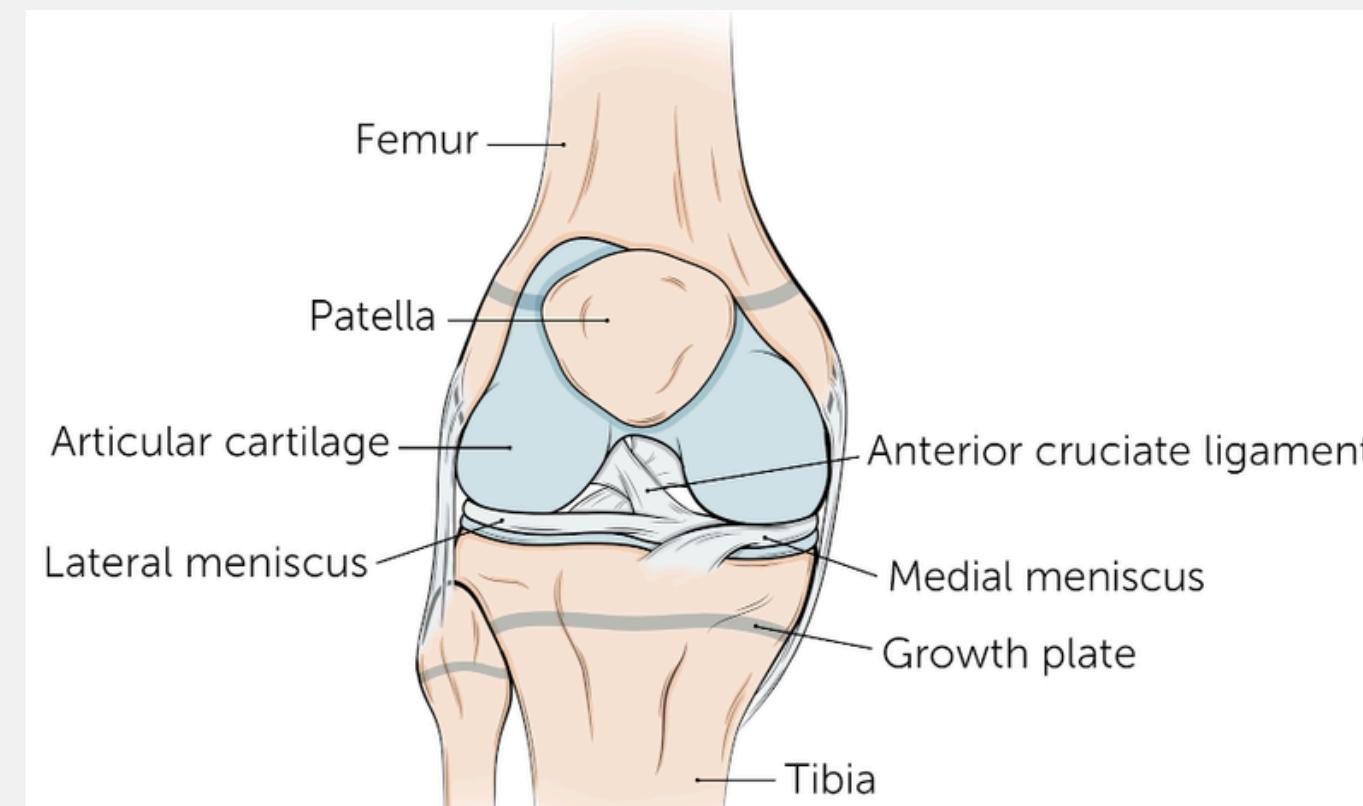
- มีรูปรุนคลายพองน้ำ แข็งแรงเช่นเดียวกับกระดูกทึบ พบที่ส่วนปลายทั้งสองข้างของกระดูกยาว ส่วนผิวนอกตรงส่วนปลายกระดูกจะมีกระดูกอ่อนหุ้มอยู่ ส่วนที่เป็นรูพรุนจะมีในกระดูกนรรจุอยู่ ทำให้กระดูกมีน้ำหนักเบา และเป็นที่สร้างเม็ดเลือดให้แก่ร่างกาย



โครงสร้างของกระดูก

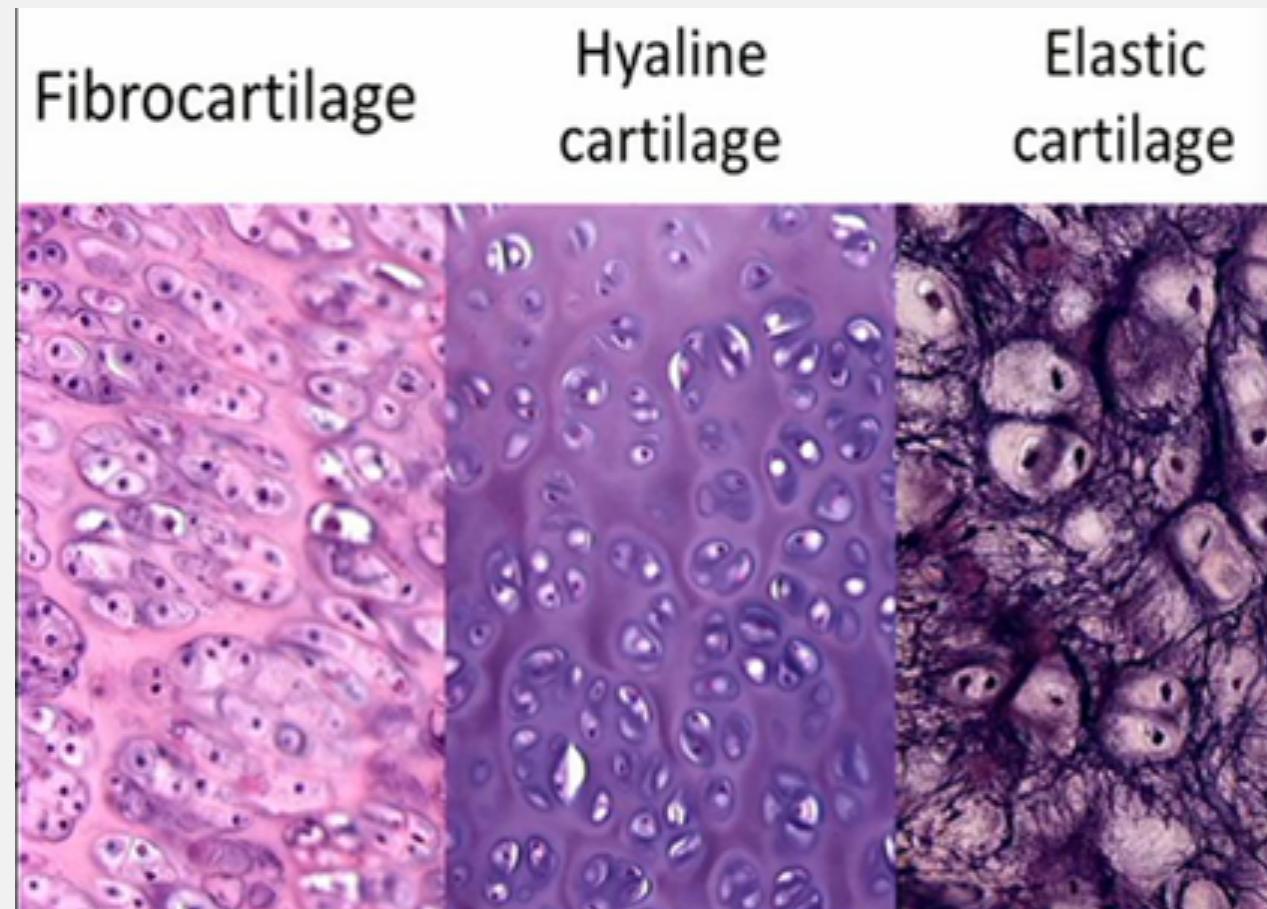
2.3 กระดูกอ่อน (cartilage)

- เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนึ่ง ไม่มีหลอดเลือด น้ำเหลือง และเส้นประสาทมาเลี้ยง ประกอบด้วย เชลล์ chondrocytes ผังตัวอยู่ภายในแมมแทริกซ์ (matrix)
- แมมแทริกซ์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ไฟเบอร์ (fiber) (อาจจะเป็น collagen fiber และหรือ elastic fiber) กับ ground substance (เป็นสาร glycosaminoglycans chondrocyte) ทำหน้าที่สร้างแมมแทริกซ์ ชนิดของกระดูกอ่อน เป็น 3 ชนิด (ตามปริมาณ และชนิดของfiber) ดังนี้



2.3 กระดูกอ่อน (cartilage)

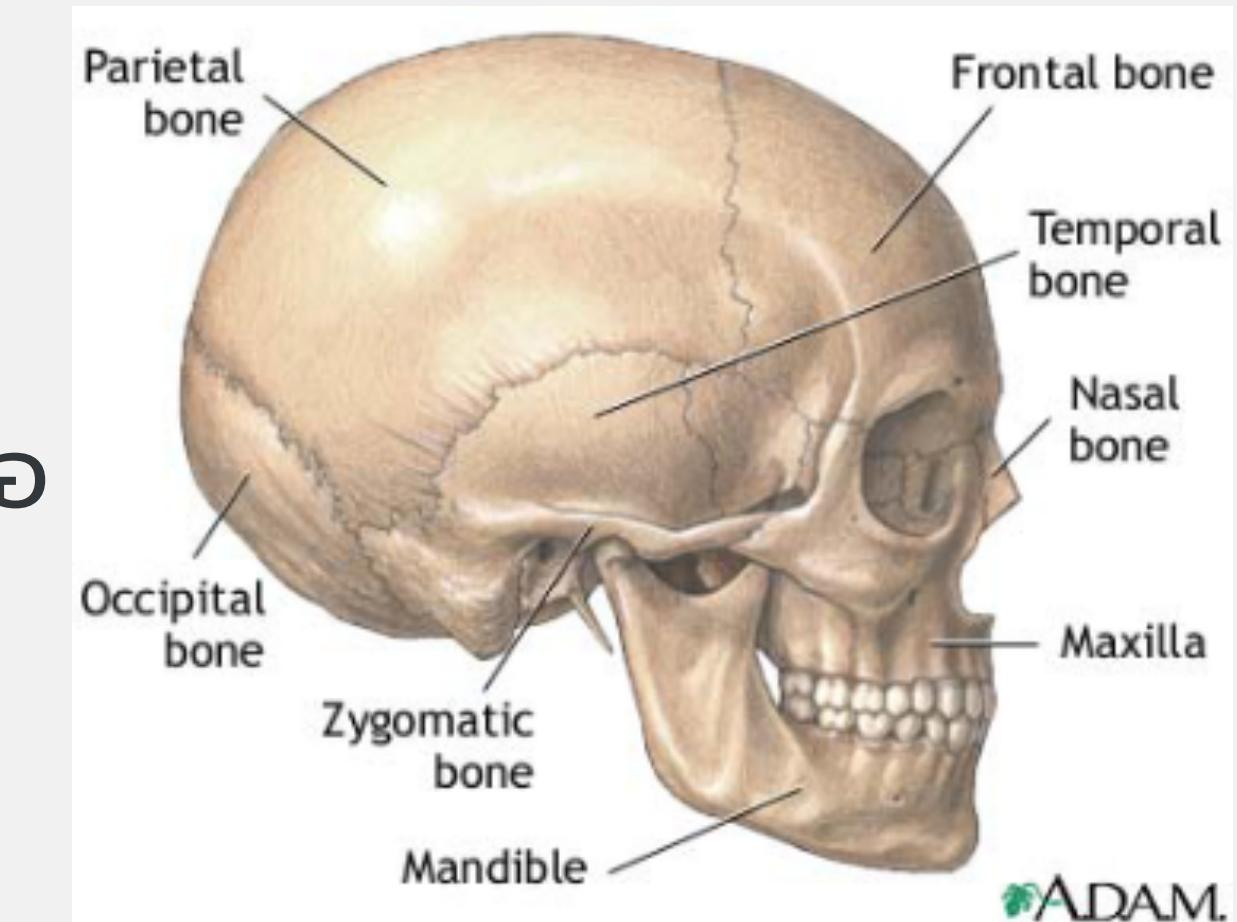
1. **กระดูกอ่อนไฮยาลิน (hyaline cartilage)** มีลักษณะใส ยืดหยุ่นได้เล็กน้อย พวยยื่นตามข้อต่อของกระดูกต่าง ๆ บุผิวข้อต่อ ผนังกั้นรูจมูก (nasal septum) หลอดลม และกระดูกอ่อนของซี่โครง (costal cartilage)
2. **กระดูกอ่อนไฟเบอร์ (fibro cartilage)** จัดเป็นกระดูกที่มีความเหนียวและแข็งแรงมาก เนื่องจากมีเส้นใยคอลลาเจนแทรกอยู่จำนวนมาก เช่น กระดูกอ่อนที่กั้นระหว่างข้อของกระดูกสันหลัง
3. **กระดูกอ่อนอัลัสติก (elastic cartilage)** เป็นกระดูกอ่อนที่มีความยืดหยุ่นสูง เนื่องจากมีเส้นใย อัลัสติกแทรกอยู่จำนวนมาก เช่น กระดูกอ่อนที่ใบหู



ข้อต่อ (joint)

1) ข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวไม่ได้ (Synarthrosis)

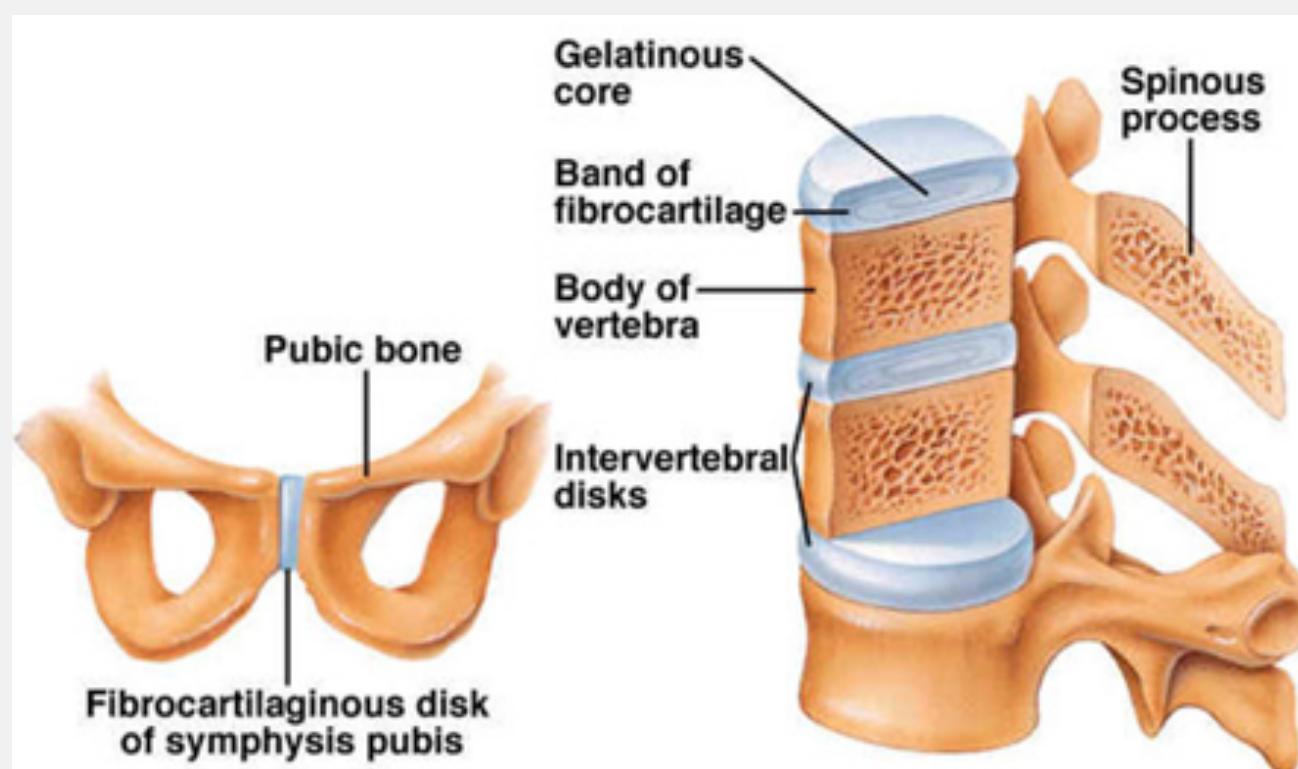
- เป็นข้อต่อชนิดที่กระดูกหรือบางส่วนของกระดูกมาต่อกัน มี fibrous tissue เป็นตัวเชื่อม
- มีความแข็งแรงและต่อกันสนิท ไม่มีการเคลื่อนไหวได้แก่ ข้อต่อระหว่างกะโหลกศีรษะ เป็นแนวกระดูกประสาน



2) ข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวได้บ้าง (Amphiarthrosis)

Syphysis

- ที่ผิวของข้อต่อมีกระดูกอ่อนชนิด Hyaline cartilage ปกคลุมอยู่ และมีแผ่นของกระดูกอ่อนชนิด Fibrocartilage คั่นอยู่ระหว่างกระดูกทั้ง 2 ชิ้น
 - บริเวณรอบนอกมีพังผืดและเยื่อหุ้ม ตำแหน่งที่พบได้แก่ ข้อต่อบริเวณหัวหน่าว (pubic symphysis) และ ข้อต่อบริเวณกระดูกสันหลังต่อละข้อ

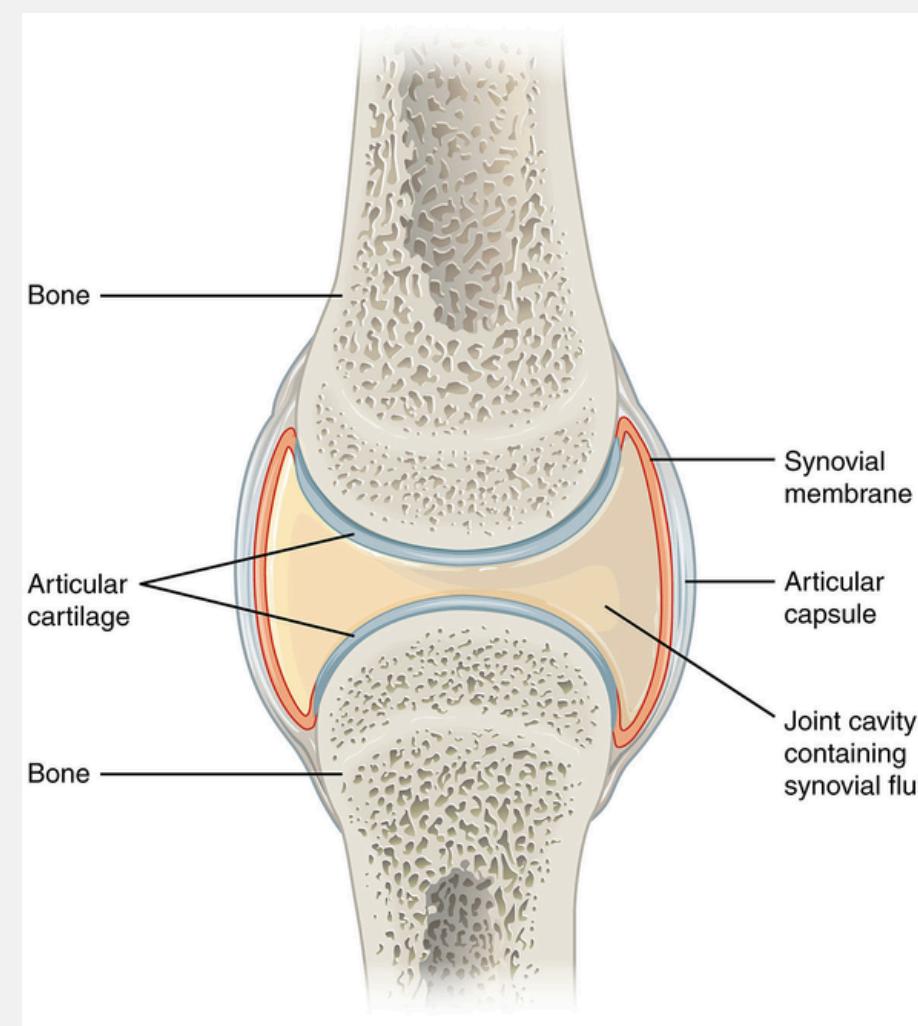
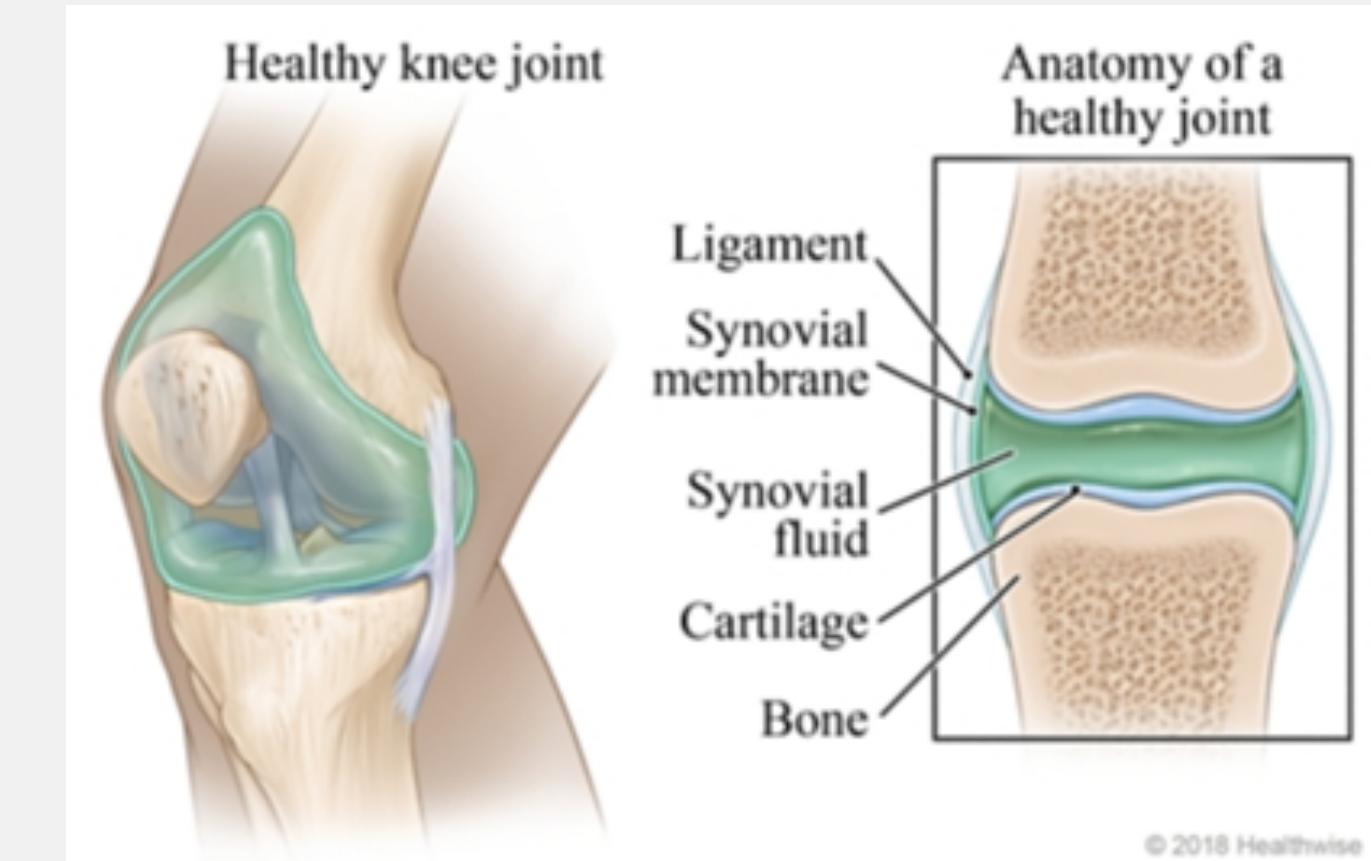


ข้อต่อ (joint)

2) ข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวได้บ้าง (Amphiarthrosis)

Syndesmosis

- คือข้อต่อที่มีการเชื่อมด้วย fibrous connective tissue หรือ ligament แทรกอยู่ เช่น ตรงกระดูก Tibia ต่อกับ Fibula เรียกว่า Tibiofibular joint

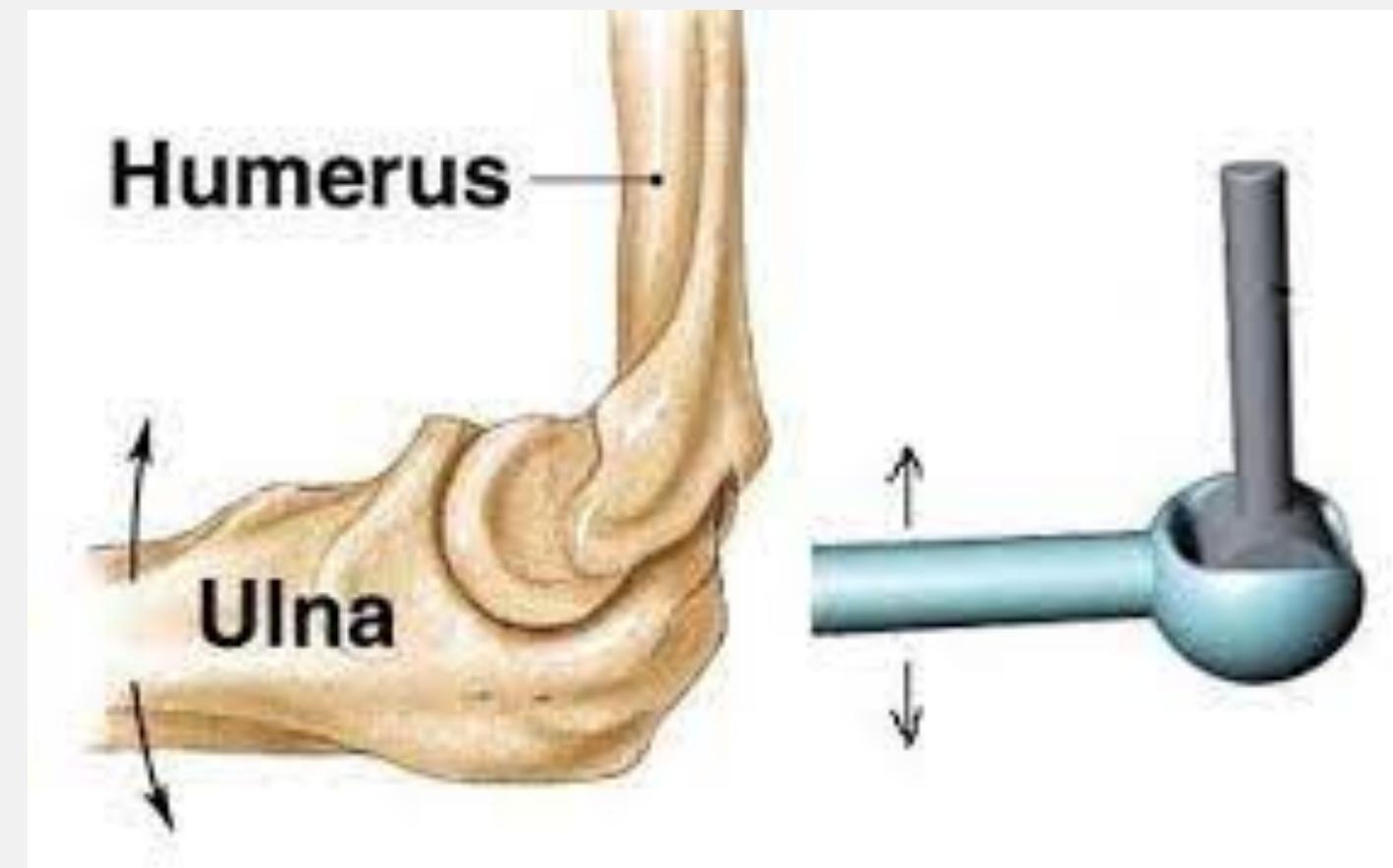


3) ข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวได้มาก (Diarthrosis)

- ประกอบด้วยกระดูก 2 ชิ้นขึ้นไป ที่ส่วนหัวและก้านของกระดูก ส่วนใหญ่จะเป็นกระดูกอ่อนที่เรียกว่า articular cartilage มาหุ้มปิด อยู่ เพื่อลดความเสียหายและให้เคลื่อนไหวได้สะดวกขึ้น
- บริเวณข้อต่อมีเยื่อบุผนังกระดูก叫做 joint capsule ภายในถุงมีช่องว่างอยู่ภายใน และมีแผ่นเยื่อที่ทำหน้าที่สร้างของเหลวที่เรียกว่า synovial fluid ทำให้การเคลื่อนไหวได้มากกว่าข้อต่อชนิดอื่น ๆ

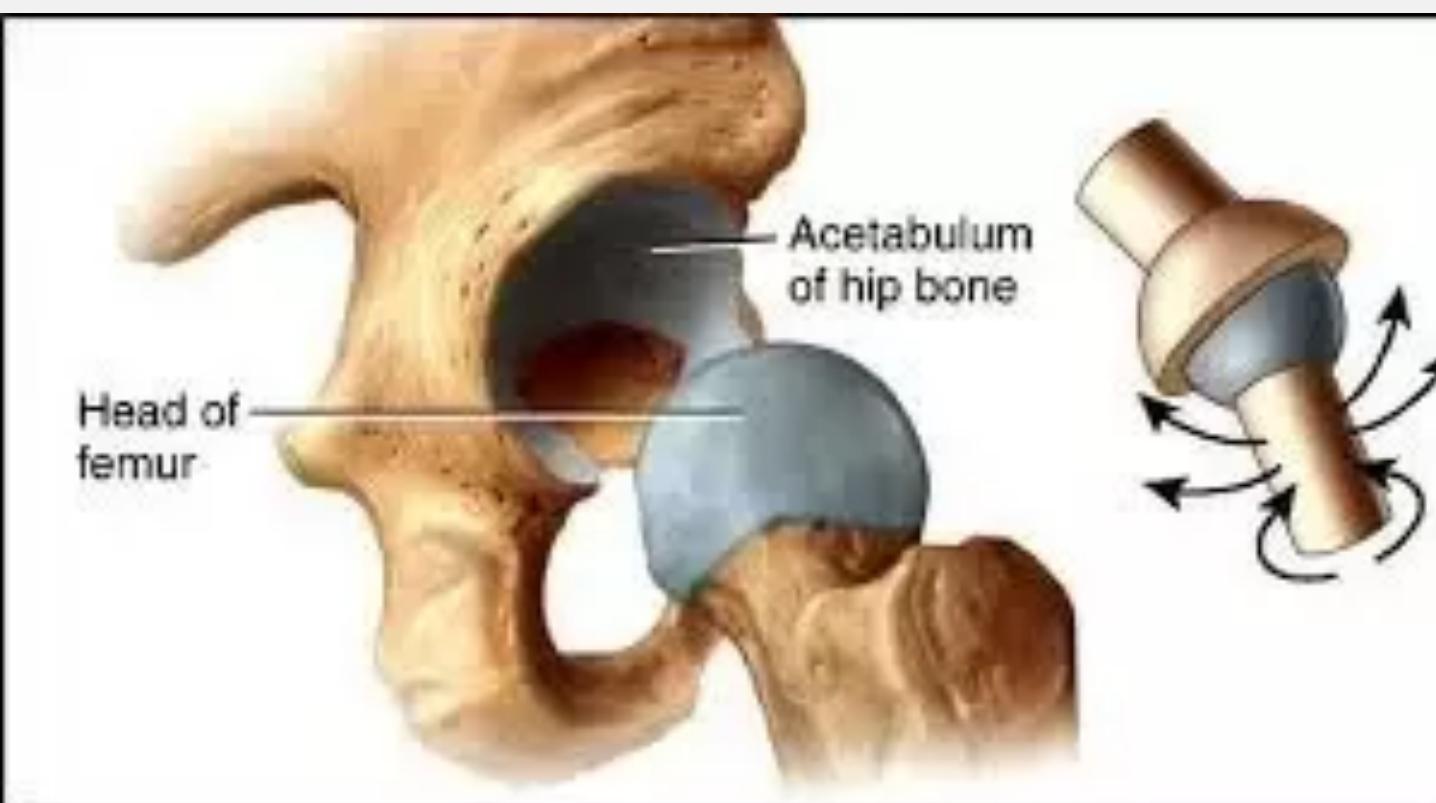
ข้อต่อแบบบานพับ (hinge joint)

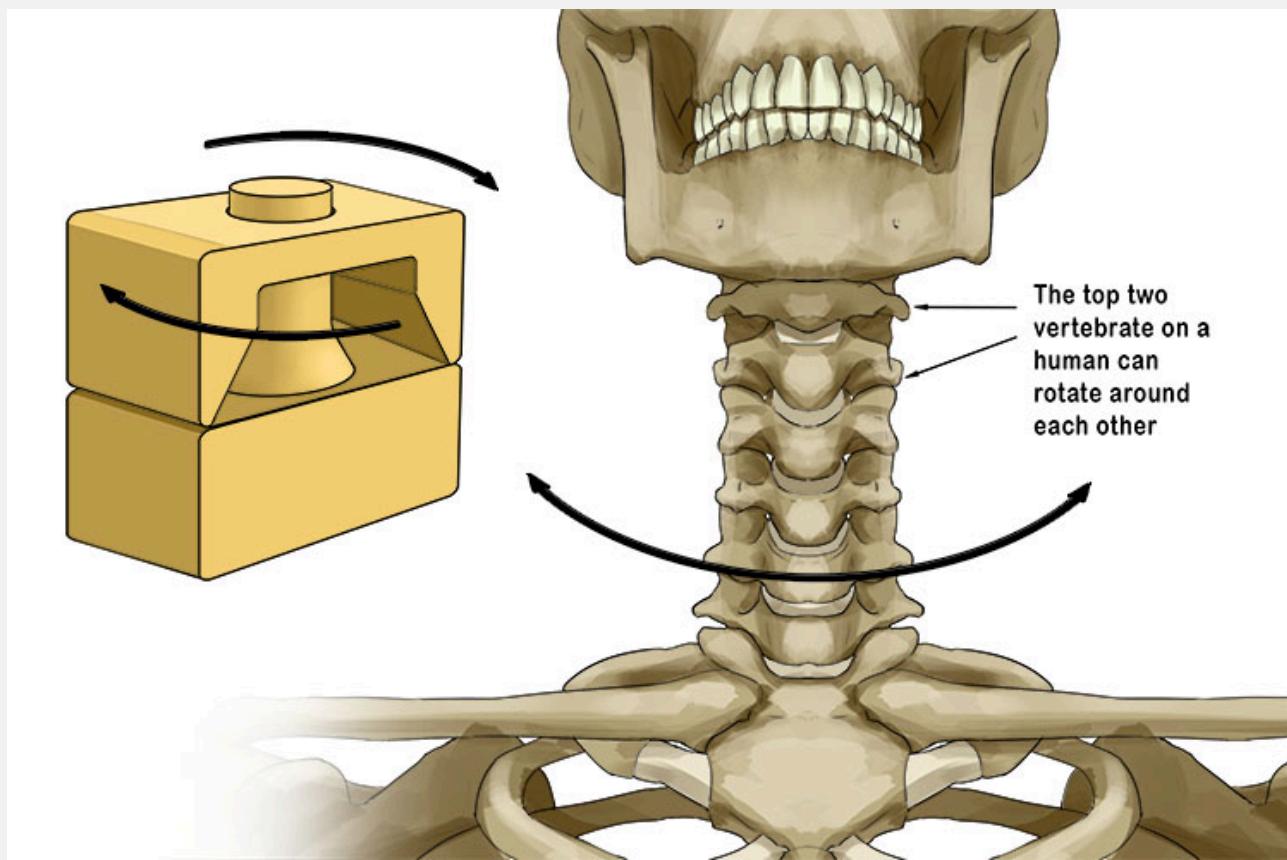
- ทำให้การเคลื่อนไหวตรงส่วนนั้นจำกัดได้เพียง กิ่งทางเดียว เมื่อونกับการปิด - เปิดบานประตู เช่น ข้อศอกข้อเข่า ข้อเท้า นิ้วมือและนิ้วเท้า



ข้อต่อแบบลูกกลมในเบ้า (ball and socket joint)

- ทำให้การเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนนั้นเป็นแบบ อิสระ ขยับได้หลายทิศทาง เช่น ข้อต่อหัวไหล่ และ ข้อต่อสะโพก



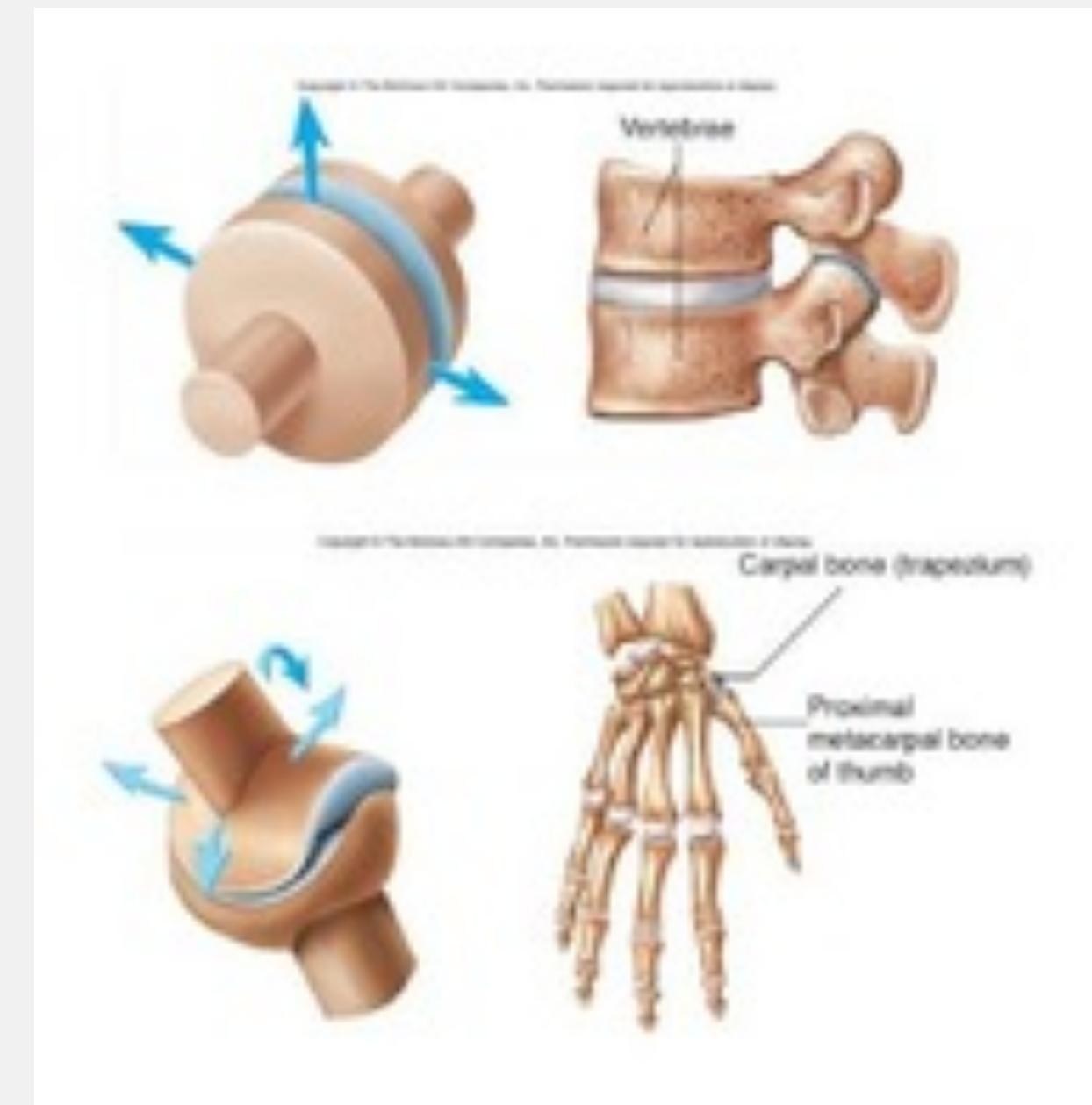


ข้อต่อแบบเดือย (pivot joint)

- ทำให้สามารถก้ม เงย บิดไปทางซ้าย ขวา เช่น ข้อต่อกระดูกสันหลังชิ้นที่ 1 กับ 2

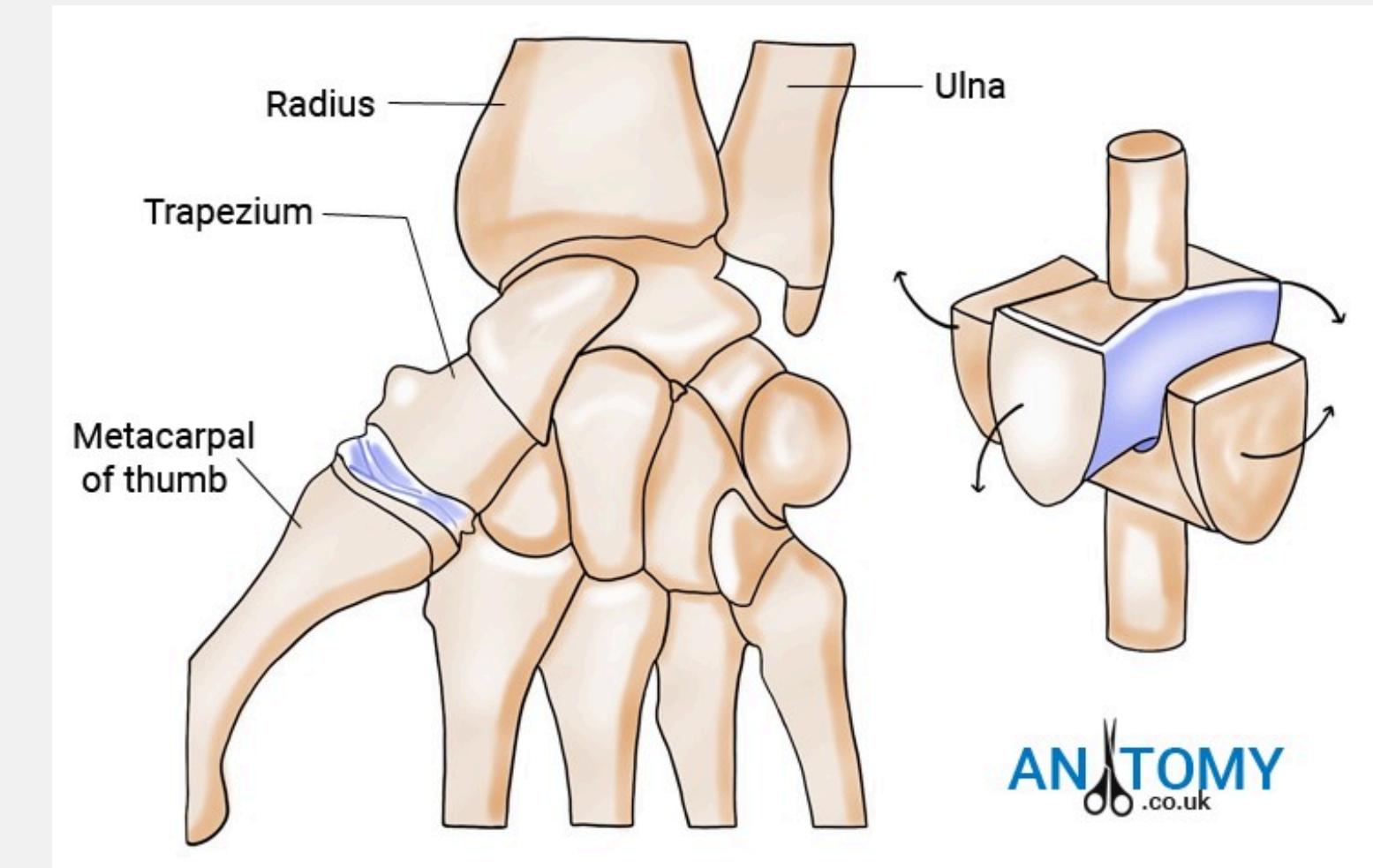
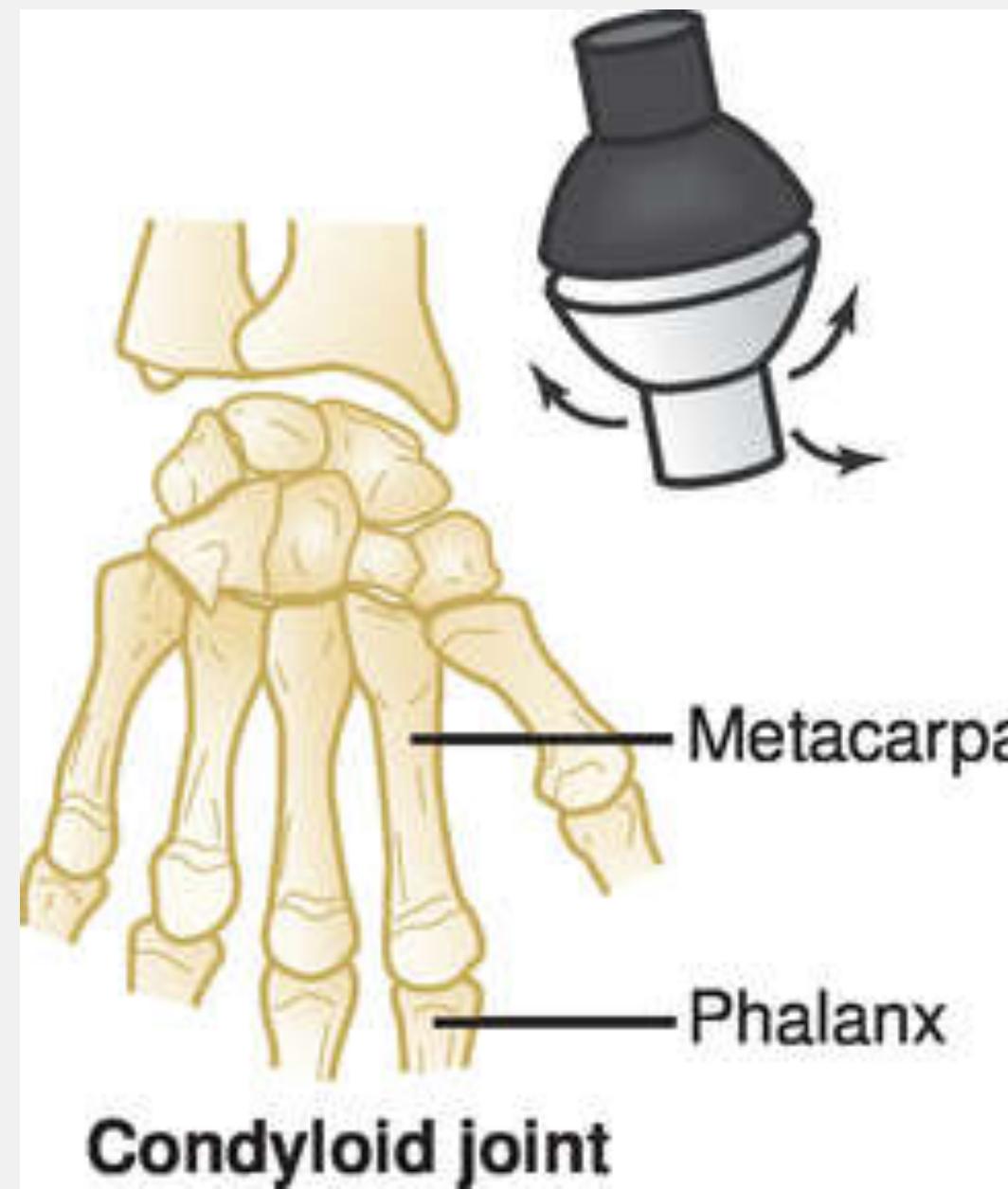
ข้อต่อแบบสไลด์ (gliding joint)

- เป็นกระดูกแบบ 2 ชิ้น เช่น ข้อต่อกระดูกข้อมือ ข้อเท้า และไขสันหลัง



ข้อต่อแบบ鞍子 (saddle joint)

- เป็นข้อต่อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ทางส่วน เช่น ข้อต่อโคนนิ้วหัวแม่มือ



ข้อต่อแบบปุ่ม (condyloid joint)

- มีลักษณะคล้ายข้อต่อแบบลูกกลมในเบ้าแต่เคลื่อนไหวได้น้อยกว่า เช่น ฝ่ามือ นิ้วมือ

1) เว็บยึดข้อต่อ (ligament)

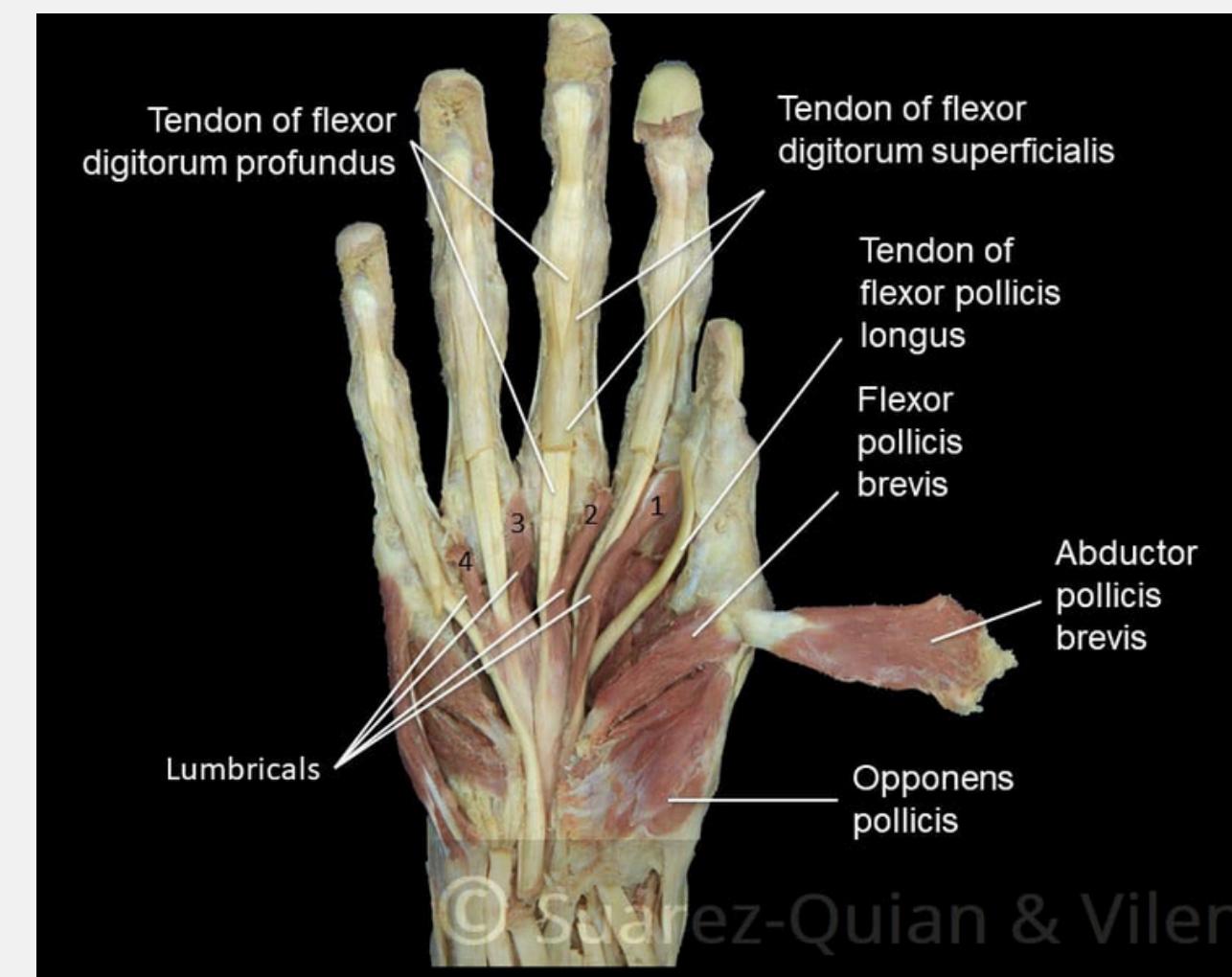
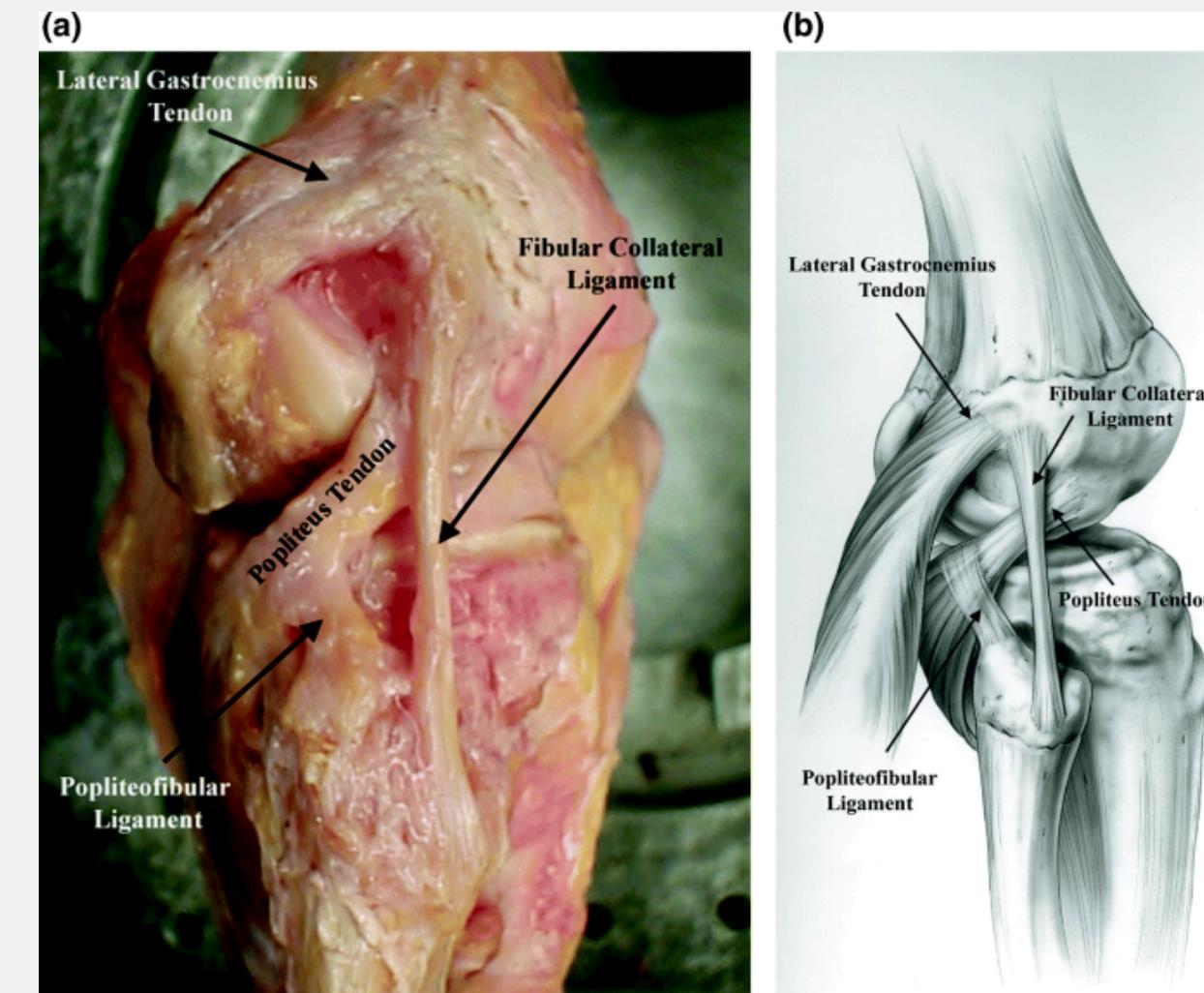
- เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีความเหนียวทนทาน ยึดกระดูกให้เชื่อมติดต่อกันเพื่อกำหน้าที่เป็นโครงร่างค้ำจุนของร่างกาย ทำให้กระดูกทำงานสัมพันธ์กันในการเคลื่อนไหว (ยึดระหว่างกระดูกกับกระดูก)

2) เว็บเก็บดอน (tendon)

- ยึดกล้ามเนื้อให้ติดกับกระดูกและช่วยในการเคลื่อนไหว

3) เว็บ (fascias)

- ยึดระหว่างกล้ามเนื้อกับกล้ามเนื้อ

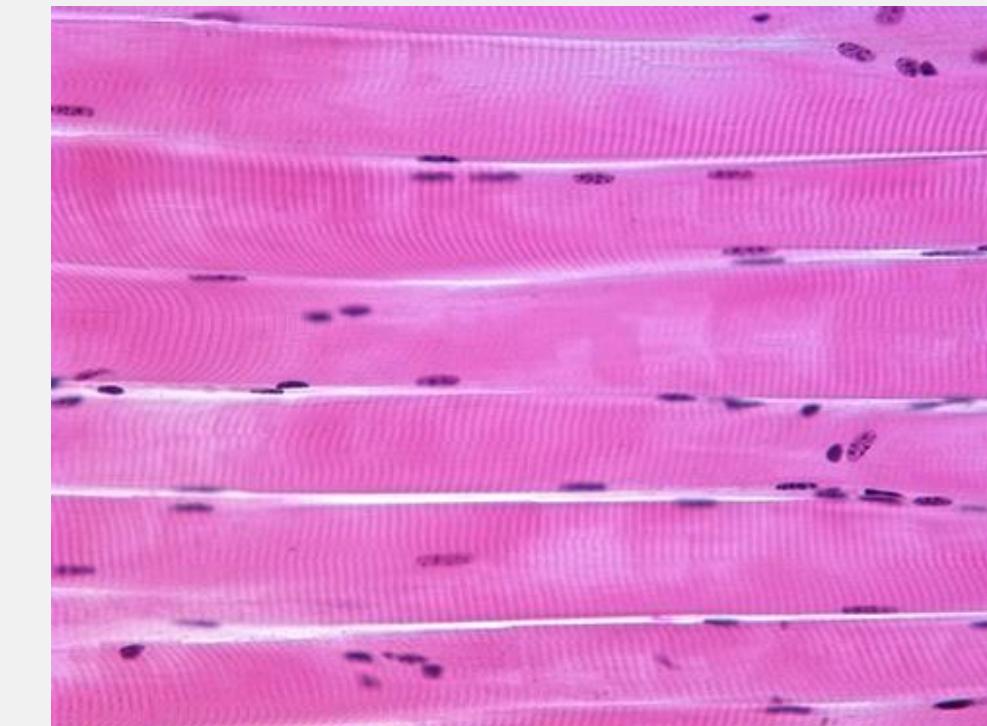
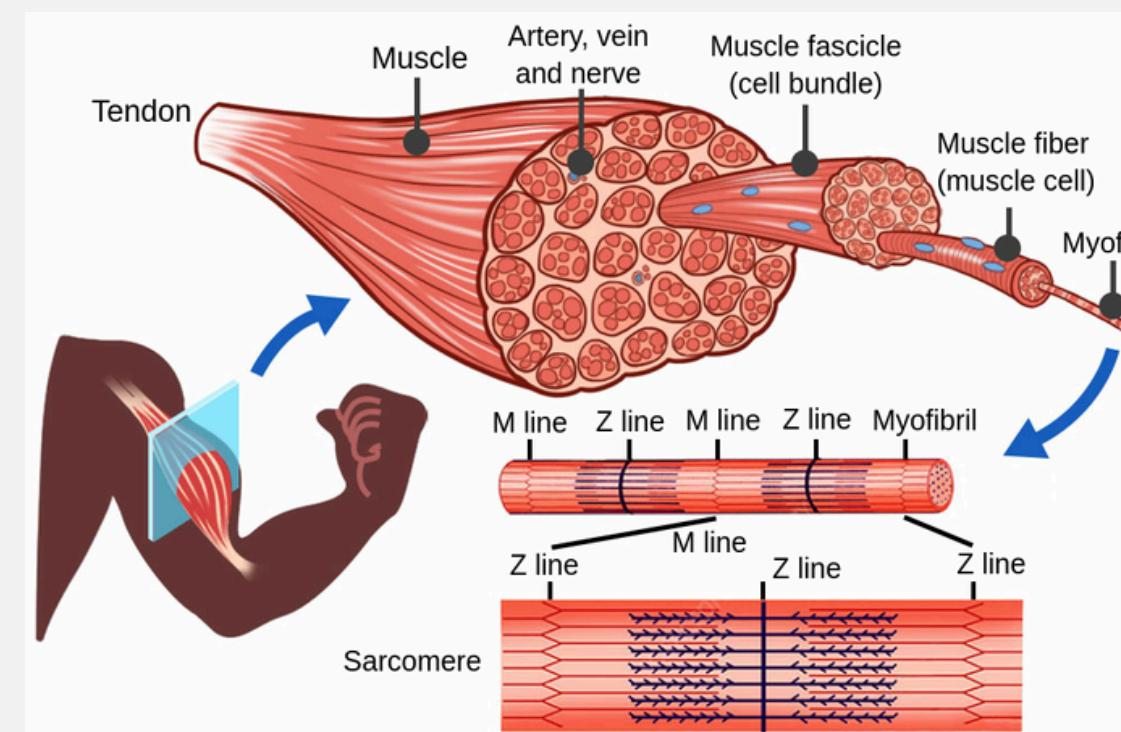


ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular system)

1. กล้ามเนื้อลาย หรือกล้ามเนื้อยึดกระดูก หรือกล้ามเนื้อโครงร่าง (striated muscle หรือ skeletal muscle)

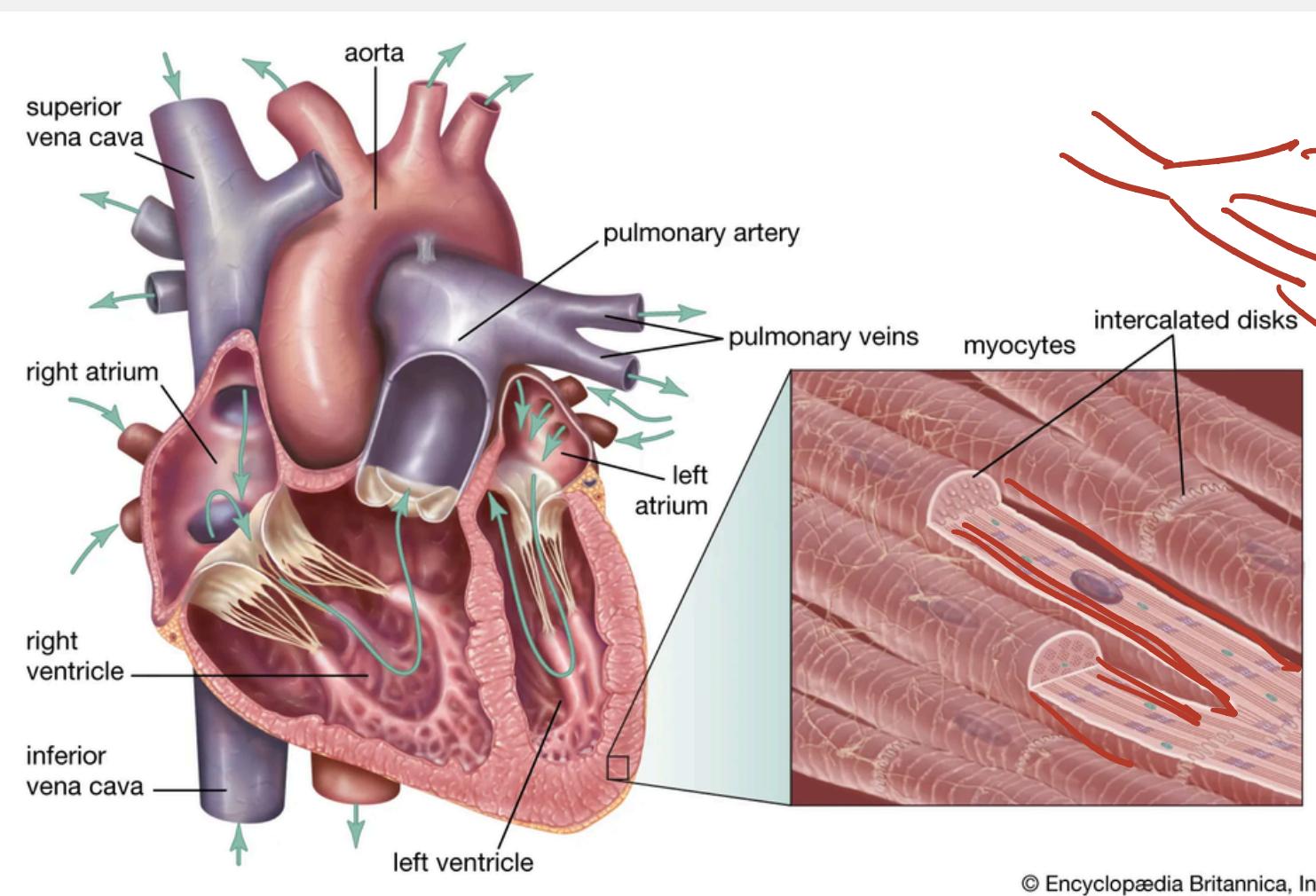
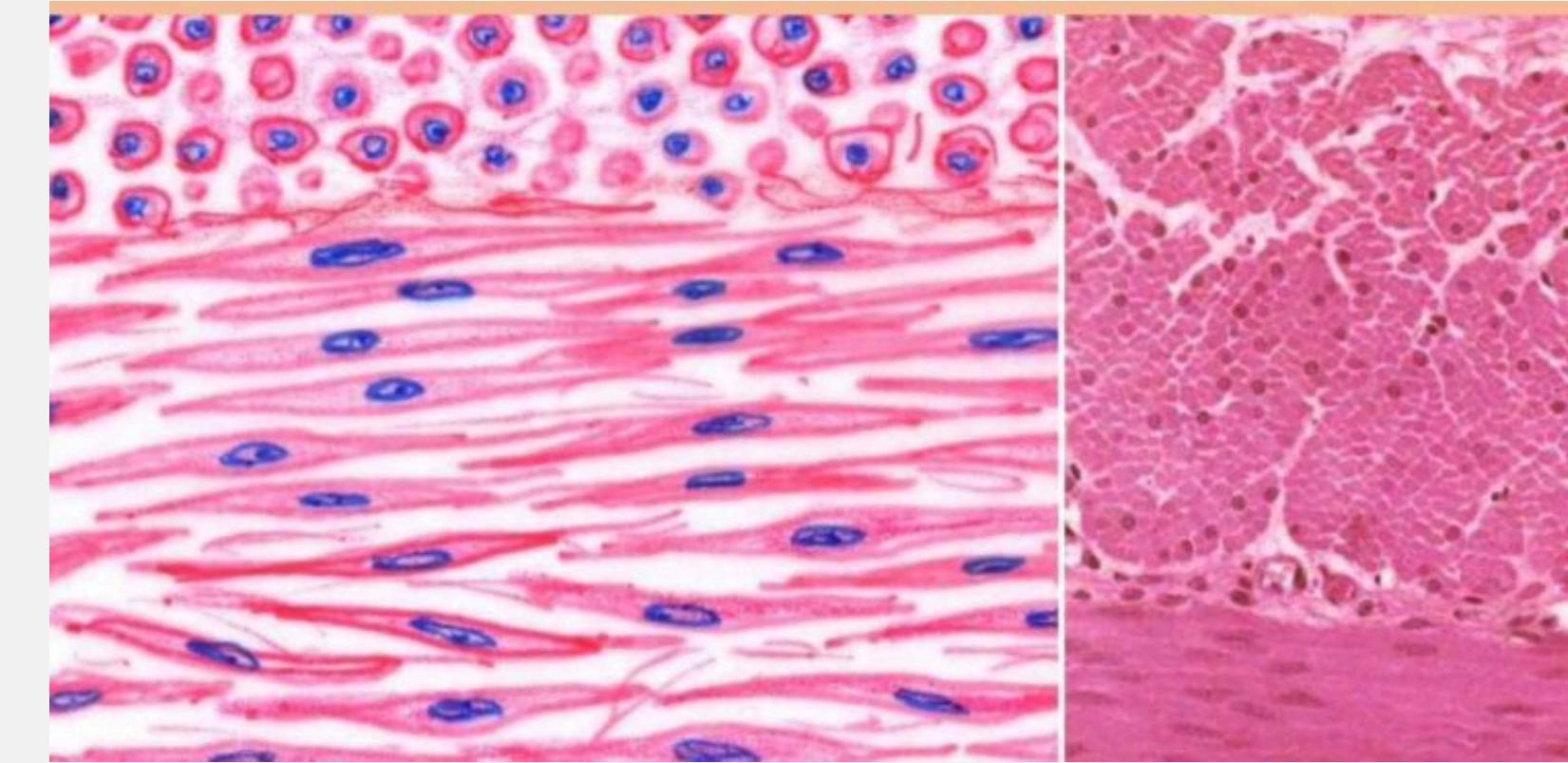
- ยึดเกาะติดอยู่กับกระดูก เชลล์กล้ามเนื้อลายมีลักษณะเป็นเม็ดยาว ๆ เมื่อแน่นำไปส่องดูด้วยกล้องจลทรรศน์ธรรมดาก็พบว่าลักษณะของเชลล์ ~~มีหลายนิวเคลียส~~ แต่ละเชลล์มี หลายนิวเคลียส มี เดบลาย ขาวดำสลับกัน

- ทำงานได้โดยการควบคุมของระบบประสาท自律ic เราจึงสามารถควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลายได้ ดังนั้นอาจเรียกกล้ามเนื้อลายได้อีกชื่อว่า voluntary muscle เช่น กล้ามเนื้อแขน กล้ามเนื้อขา



2. กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle)

- เชลล์กล้ามเนื้อเรียบรูปร่างเหมือนกระสุย
แหลมหัว แหลมท้าย มีนิวเคลียสอันเดียวกลางเซลล์
- ทำงานได้โดยการควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ จึงเรียกกล้ามเนื้อเรียบได้อีกชื่อหนึ่งว่า involuntary muscle ตัวอย่างกล้ามเนื้อเรียบ เช่น ม่านตา กล้ามเนื้อที่ผนังกระเพาะอาหาร กล้ามเนื้อที่ผนังลำไส้ ผนังหลอดเลือด



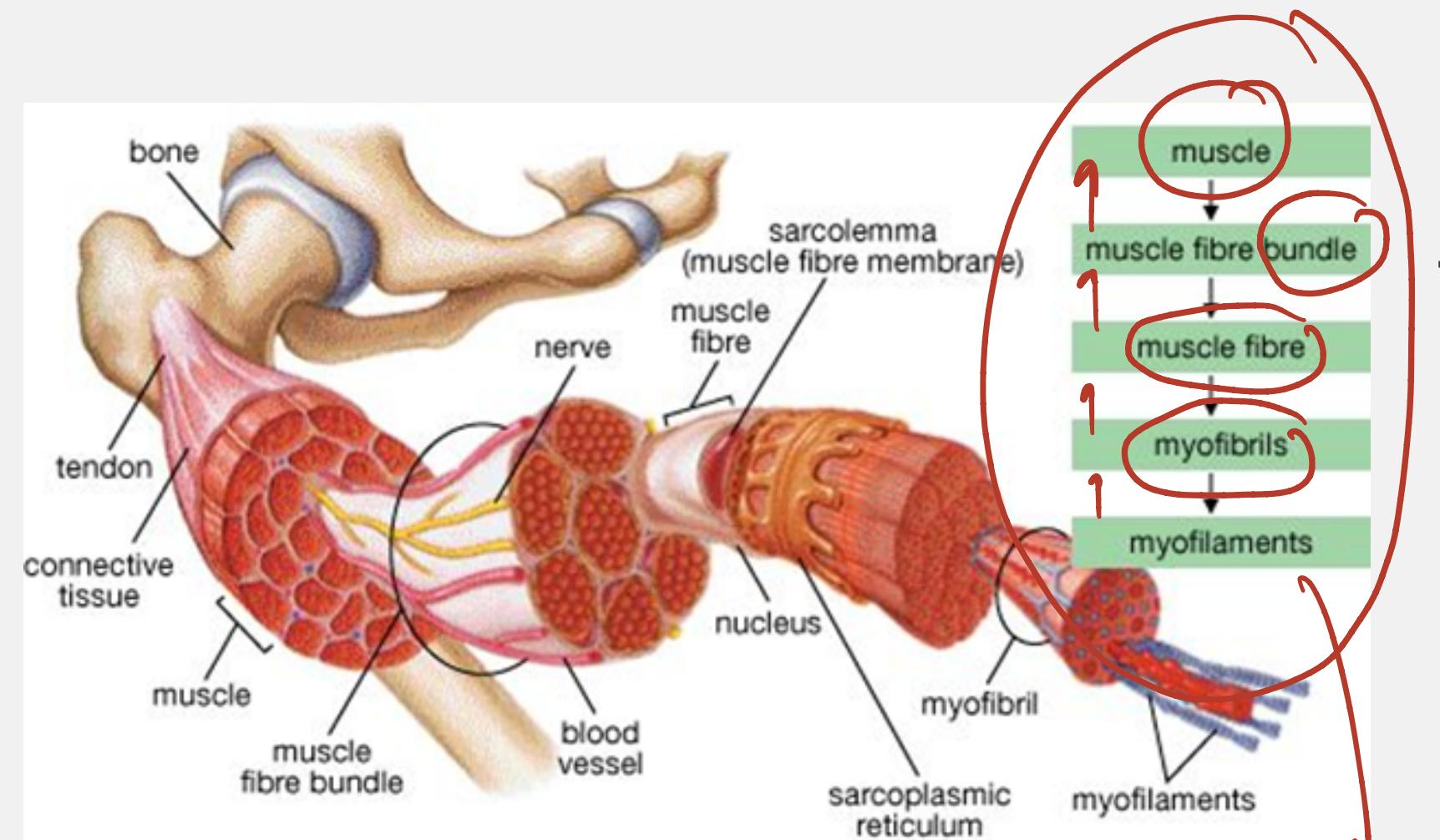
3. กล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle)

- คล้ายกล้ามเนื้อลาย แต่เส้นใยของกล้ามเนื้อมีส่วนหัวใจกว่าและเห็นไม่ชัดเท่ากล้ามเนื้อลาย พบร่องที่หัวใจเก่า�ั้น
- รูปร่างเป็นทรงกระบอกเซลล์จะมีลายพาดขวางมีนิวเคลียส 1 นิวเคลียส แต่ปลายเซลล์จะแยกออกเป็นแฉกไปติดต่อกับเซลล์ข้างเคียง
- การทำงานของกล้ามเนื้อถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อเรียบ

	กล้ามเนื้อลาย	กล้ามเนื้อเรียบ	กล้ามเนื้อหัวใจ
ตำแหน่ง	ยึดติดกับกระดูก	อวัยวะภายใน พนังหลอดเลือด	หัวใจ
การควบคุม	SNS	ANS	ANS
รูปร่างของเส้นใย	กลม ยาว ปลายตัด	ยาวคล้ายกระสwy ปลายแหลม	กลม ยาว ปลายแยก
ลาย	มี	ไม่มี	มี
จำนวนนิวเคลียส	มากกว่า 1	1	1
ความเร็วในการหดตัว	เร็ว	ช้า	ปานกลาง
ระยะเวลาในการหดตัว	น้อย	มาก	ปานกลาง

โครงสร้างและการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่าง

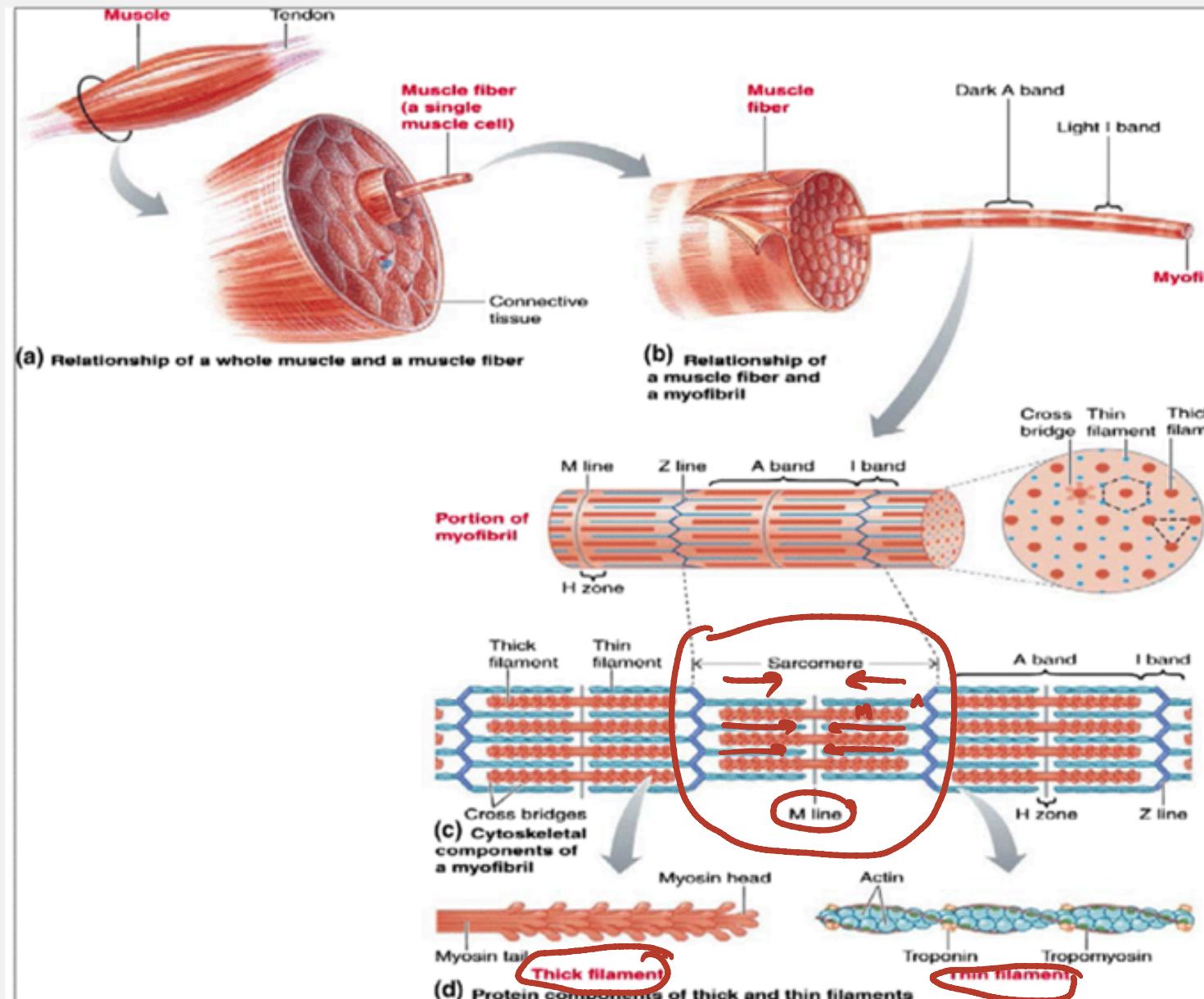
• กล้ามเนื้อสาย (Skeleton muscle)



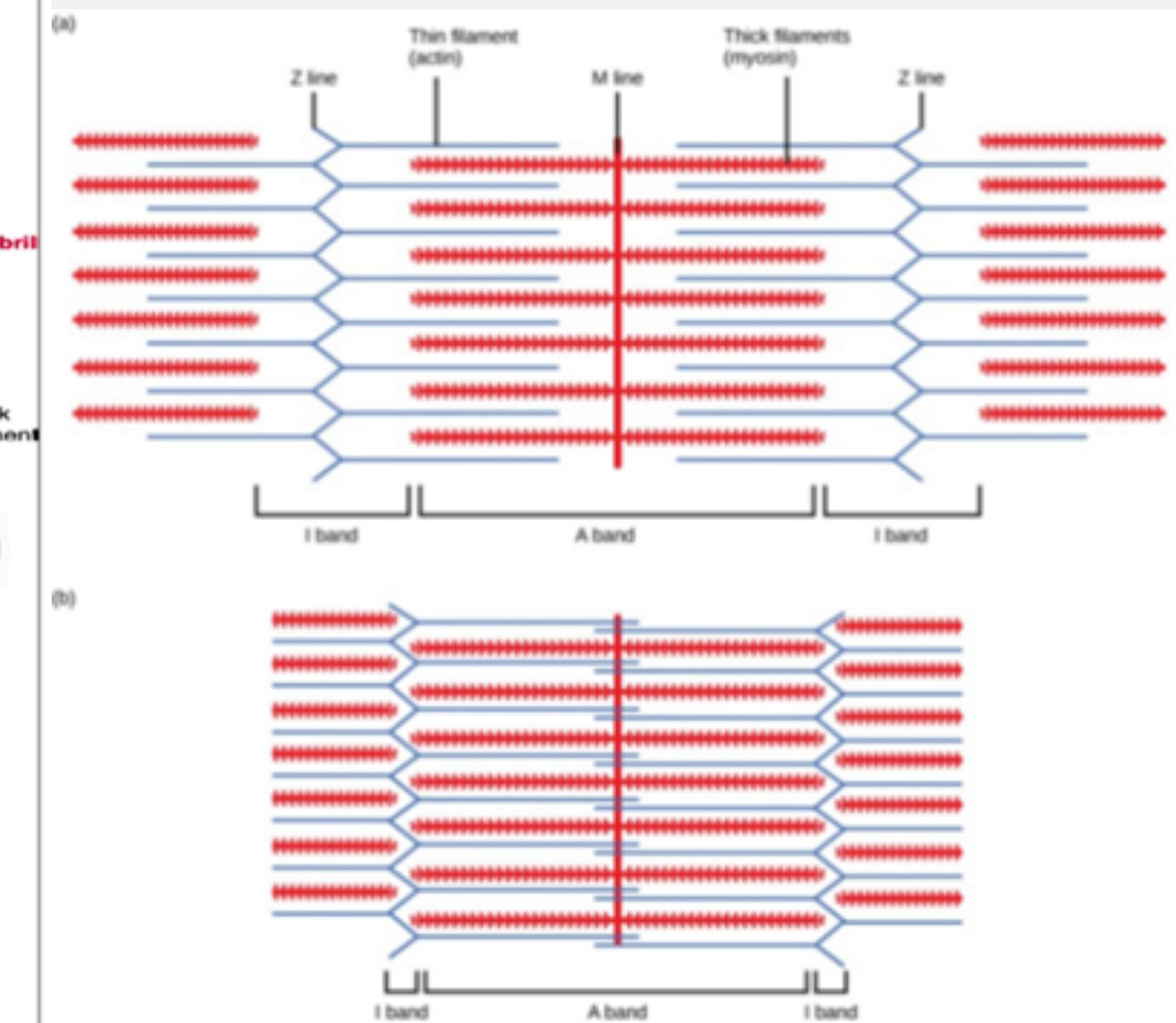
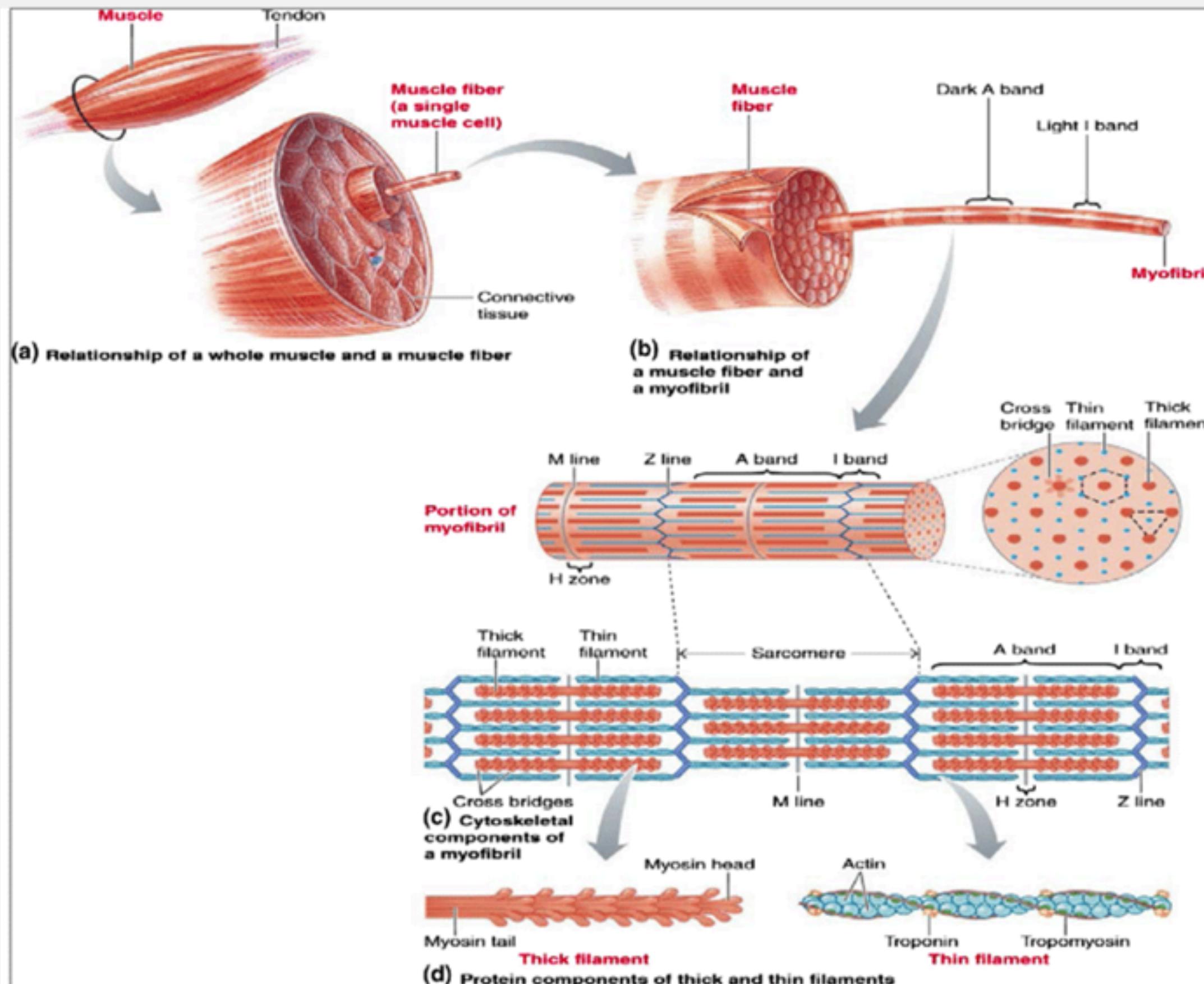
- ในกล้ามเนื้อแต่ละเม็ดประกอบด้วยเซลล์กล้ามเนื้อสายหลาย ๆ เซลล์ รวมตัวกันเป็น fibers ซึ่งแต่ละ fiber จะประกอบด้วย **myofibrils** อยู่เต็มซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของเซลล์กล้ามเนื้อ ทำให้ปรากฏลายขึ้นตามขวาง
- Myofibrils ประกอบด้วย myofilaments 2 ชนิดคือ
 - 1) Thin filament (เส้นเล็ก) เป็นโปรตีน **actin**
 - 2) Thick filament (เส้นใหญ่) เป็นโปรตีน **myosin**

actin + myosin

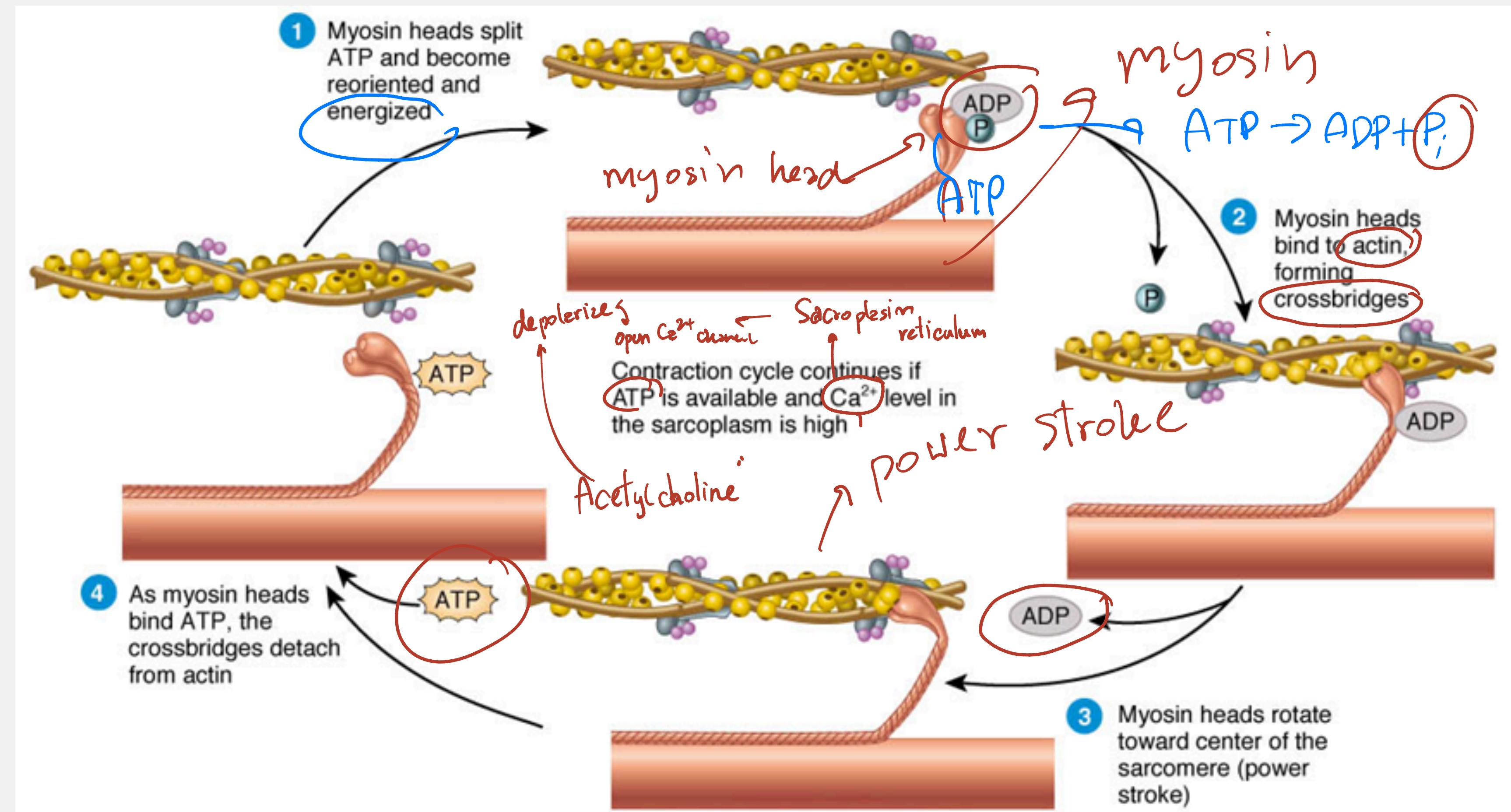
โครงสร้างและการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่าง



- การจัดเรียงตัวของ myofilaments ทำให้เกิด light – dark band ซ้ำ ๆ กัน เรียกหน่วยที่ซ้ำกันที่ว่า **sacromere**
- เมื่อเซลล์ประสาทส่งสัญญาณมาให้กล้ามเนื้อ หดตัว ประกอบกับหากมีพลังงานหรือ ATP กล้ามเนื้อจะใช้ **ATP** และทำให้เส้นใยของ **Actin** เลื่อนไถไปบนเส้นใย **Myosin** ในทิศทั่วท่าให้ **Muscle fiber** หั่งเซลล์จะหดสั้นลง ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้



Sliding filament theory



brain + spinal cord
Nervous system (Somatic + ANS) } 25 fo

Sense organ 10 fo
ஸ்ரீத நிலை தாக்கங்கள் 15 fo
50 fo