Concept 16-1

เนื้อหา: การเคลื่อนไหวของพวกโพรติสต์
การเคลื่อนไหวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
การเคลื่อนไหวของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

---

1. การเคลื่อนไหว ⟹ การประสานการทำงานของ ระบบกล้ามเนื้อ โครงกระดูก และ ระบบประสาท
2. พืชแม้จะไม่มีการเคลื่อนที่ แต่ก็มีการเคลื่อนไหว (เห็นไม่ชัดเจนเหมือนสัตว์)
3. การเคลื่อนไหวของโพรติสต์

อาศัยการไหลของ cytoplasm (cytoplasmic flow)	อมีบา
	• cytoplasm 2 ชั้น
	  • ectoplasm, plasmagel ⟹ ชั้นนอก ค่อนข้างแข็ง ⟹ gel
	  • endoplasm ⟹ ชั้นใน เหลวกว่า ไหลได้
	• ใน cytoplasm มี microfilament ⟹ เส้นใยโปรตีน actin + myosin ⟹ (actin เลื่อนเข้าหากัน หรือเลื่อนออกจากกัน) ทำให้ endoplasm ไหลไปมาในเซลล์ได้
	• การเคลื่อนไหวแบบอะมีบา (amoeboid movement) ⟹ pseudopodium ⟹ พบใน อะมีบา, เซลล์เม็ดเลือดขาว
	• ใช้ microfilament ⟹ Entamoeba histolytica (บิดมีตัว), ราเมือก, pollen tube, difflugia, การเคลื่อนที่ของ macrophage ไปยังเนื้อเยื่อบาดแผล, leucocyte, การยืดหดของ microvilli, การแบ่งเซลล์ขณะเซลล์แยกเป็น 2 เซลล์ มีวงแหวนรัดให้ขาด, กล้ามเนื้อลาย/เรียบ/หัวใจ, cyclosis

ใช้ cilia	พารามีเซียม • vorticella, stentor • เซลล์เยื่อบุภายในท่อนำไข่, เซลล์เยื่อบุโพรงจมูก
ใช้ flagellum	ยูกลีนา • sprem ของพืช ยกเว้น สน ปรง พืชดอก , chlamydomonas, trypanosoma, trichonympa, nocticula, แคลมมิโดโมแนส, อสุจิ, เซลล์ collar (choanocyte) ในฟองน้ำ, spermatozoa, volvox
cilia และ flagellum • flagellum ยาวกว่า cilia 50 เท่า • โครงสร้าง microtubule 9(2)+2 = 20 ยกเว้น flagella ของ *E.coli* • โคนอยู่ลึกลงไปในเยื่อหุ้มเซลล์เรียกว่า basal body (kinetosome) [9(3)+0=27] ถ้าตัดออก cilia/flagella เส้นนั้นจะเคลื่อนไหวไม่ได้ • เชื่อว่า centriole สร้าง basal body และสร้าง cilia กับ flagellum ด้วย	

1. protozoa ที่ไม่มีอวัยวะในการเคลื่อนที่ ได้แก่ class protozoa เช่น plasmodium (ไข้จับสั่น)
2. protozoa พวกแรกที่ปรากฏในโลกเป็นพวกที่มี flagellum

3. การเคลื่อนไหวของสัตว์ที่ไม่อาศัย antagonism

ไฮดรา	• การเคลื่อนที่โดยการคืบคลานคล้ายหนอน, การตีลังกา, การแขวนตัวเองกับผิวน้ำแล้วปล่อยตัวลอยไปตามกระแสน้ำ
แมงกะพรุนในระยะ medusa	• ใช้การหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณขอบกระดิ่งและเนื้อเนื่อบริเวณผนังลำตัวแล้วพ่นน้ำออกมาทางด้านล่าง ดันตัวไปในทิศตรงข้าม • เปรียได้กับเครื่องบินไอพ่น หรือ เป่าลูกโป่งแล้วปล่อย
หนอนตัวกลม	• มีเฉพาะกล้ามเนื้อตามยาว การเคลื่อนที่จึงได้แต่งอตัวไปมา
หมึก	• เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ และการพ่นน้ำออกมาจากท่อ siphon ซึ่งอยู่บริเวณส่วนหัวด้านล่าง ดันตัวไปในทิศตรงข้าม • น้ำเข้าไปในตัวทางขอบอิสระของ mantle

ดาวทะเล	• มีระบบท่อน้ำ (water vascular system) ประกอบด้วย
	  • madreporite (คล้ายตะแกรงเป็นทางให้น้ำทะเลเข้า) ⟶ stone canal ⟶ ring canal (วงท่อน้ำ) ⟶ radial canal (ยื่นเข้า arm) ⟶ lateral canal (ท่อน้ำ) ⟶ tubefeet
	  • tube feet เป็นหลอดยาวปลายตัน
	  • sucker ⟹ ปลายที่ยื่นออกนอกลำตัว มีผนังกล้ามเนื้อ ทำหน้าที่เป็นอวัยวะเกาะติด
	  • ampulla (กระเปาะ) ⟹ ปลายด้านบนเป็นกระเปาะกล้ามเนื้อ
	• การหดตัวและคลายตัวของ tube feet (hydrostatic organ) อาศัย hydrostatic pressure

1. การเคลื่อนไหวของสัตว์ที่อาศัย antagonism

พลานาเรีย	• เป็นสัตว์พวกแรกที่มี antagonism • กล้ามเนื้อลำตัว ประกอบด้วย กล้ามเนื้อวง, กล้ามเนื้อตามยาว (วงอยู่นอก ยาวอยู่ใน) และกล้ามเนื้อยึดบน-ล่าง เมื่อกล้ามเนื้อชุดนี้หดจะทำให้ลำตัวแบนพลิ้วไปในน้ำ • ขณะที่เคลื่อนที่บนผิวน้ำ จะผลิตเมือกออกมา และใช้ cilia โบก เคลื่อนที่ไปบนเมือก เมื่อเคลื่อนที่ผ่านไปแล้วจะมีรอยเมือกปรากฏอยู่ • เคลื่อนที่บนผิวน้ำ ใช้ กล้ามเนื้อ+cilia , เคลื่อนที่บนวัตถุใต้น้ำ ไม่ใช้ cilia
ไส้เดือนดิน	• กล้ามเนื้อวง (นอก-circulat muscle) + กล้ามเนื้อตามยาว (ใน-logitudinal muscle) • เดือย (setae) 2 คู่ทุกปล้อง • เริ่มต้นโดย 1) ยื่น (ยาวคลาย วงหด) ส่วนหัวซึ่งไม่แตะพื้นไปด้านหน้า โดยใช้เดือยจิกดินไว้เพื่อไม่ให้ส่วนท้ายเคลื่อนที่ 2) ใช้เดือย+ส่วนหน้าสุดของปล้องแรกยึดส่วนหน้า แล้วดึง (วงคลาย ยาวหด) ส่วนท้ายตามมา ⟹ เกิดการหดและคลายต่อเนื่องคล้ายระลอกคลื่น โดยเริ่มจากบริเวณปลายด้านหน้าสุดมาสู่ปลายด้านท้ายสุดของลำตัว ⟹ peristalsis

CONCEPT 16-1

แมลง	• มีน้ำหนักตัวเบามาก ปีกกว้างใหญ่
	• กล้ามเนื้อที่ยึดเปลือกหุ้มส่วนอก (dorsoventral muscle) + กล้ามเนื้อตามยาวที่ยึดกับปีก ⟹ indirect flight muscle ⟹ แมลงขนาดเล็ก มีปีกขนาดเล็ก (แมลงวัน ริ้น) ตีปีกถี่
	  • ยึดเปลือกหด ยาวคลาย ปีกยก
	  • ยึดเปลือกคลาย ยาวหด ปีกกดลง
	• กล้ามเนื้อยกปีก + กล้ามเนื้อกดปีก ⟹ direct flight muscles ⟹ แมลงที่มีปีกขนาดใหญ่ (แมลงปอ ผีเสื้อ ผีเสื้อกลางคืน) การขยับปีกช้า
	  • ยกปีกหด กดปีกคลาย ปีกยก
	  • ยกปีกคลาย กดปีกหด ปีกกดลง
	• ขาของแมลง (jointed leg) ⟹ มัดกล้ามเนื้อเกาะอยู่ด้านในของโครงร่างแข็ง

• การเคลื่อนที่ของอาหารไปตามลำไส้เล็ก	

1. การเคลื่อนไหวในสัตว์มีกระดูกสันหลังเกิดจากการทำงานของ กล้ามเนื้อ ประสาท กระดูก
2. กระดูกคน มี 206 ชิ้น แบ่งตามตำแหน่งที่อยู่เป็น

กระดูกแกน (axial skeleton)	กระดูกรยางค์ (appendicular skeleton)
80 ชิ้น	126 ชิ้น

• **<u>กระโหลกศีรษะ</u>** 22 ⟹ ห่อหุ้มและป้องกันสมอง (+ กระดูกใบหน้า, กระดูกขากรรไกร-การเคี้ยวอาหาร, กระดูกฟัน)
• **<u>กระดูกสันหลัง</u>** ⟹ ส่วนคอ 7, ส่วนอก 12, ส่วนเอว 5, ส่วนกระเบนเหน็บ 5, ส่วนก้นกบ 4
  • ช่วยค้ำจุนและรองรับ นน.ของร่างกาย
  • ประกอบด้วยกระดูกชิ้นเล็ก ๆ เป็นข้อ แต่ละข้อมีช่องให้ไขสันหลังสอดผ่าน แต่ละด้านมีส่วนจะงอยยื่นออกมาเป็นที่เกาะกล้ามเนื้อและเอ็นเพื่อเชื่อมข้อแต่ละข้อ โดยระหว่างแต่ละข้อจะมี**<u>แผ่นกระดูกอ่อน</u>** (หมอนรองกระดูก) ทำหน้าที่รองและเชื่อมเพื่อป้องกันการเสียดสี
• **<u>กระดูกหน้าอก</u>** (sternum) 1
• **<u>กระดูกซี่โครง</u>** 12 คู่ (24)
  • ทุก ๆ ชิ้นจะไปต่อกับด้านข้างของกระดูกสันหลังส่วนอก ตอนปลายจะโค้งมาข้างหน้า เชื่อมกับกระดูกหน้าอก ยกเว้นคู่ที่ 11 และ 12
  • ระหว่างกระดูกซี่โครงมีกล้ามเนื้อยึดซี่โครงทั้งแถบนอกและแถบใน
  • นอกหด ในคลาย ⟹ ยกตัว
  • นอกคลาย ในหด ⟹ ลดต่ำลง
	• กระดูกแขน ข้างละ 31
	  • กระดูกไหปลาร้า, กระดูกสะบัก เป็นฐานของแขน
	  • กระดูกต้นแขน
	  • กระดูกปลายแขนท่อนในและท่อนนอก
	  • กระดูกข้อมือ กระดูกฝ่ามือ กระดูกนิ้วมือ
	• กระดูกขา ข้างละ 32
	  • กระดูกเชิงกราน
	  • กระดูกโคนขา
	  • กระดูกสะบ้า
	  • กระดูกน่อง (ใหญ่) กระดูกแข้ง (เล็ก)
	  • กระดูกข้อเท้า กระดูกฝ่าเท้า กระดูกนิ้วเท้า
	• กระดูกแขน กระดูกขา มี**<u>เยื่อหุ้มกระดูก</u>** (periosteum,เยื่อกระดูก) หุ้มอยู่ ประกอบด้วยเซลล์กระดูก และเส้นเลือด ซึ่งจะนำเส้นเลือดมาเลี้ยงเซลล์กระดูกบริเวณรอบนอก

1. ถ้าแผ่นกระดูกอ่อนเสื่อม เราจะไม่สามารถบิดหรือเอี้ยว ตัวได้

2. กระดูกอ่อน ⟹ หลอดลม ใบหู ปลายจมูก
3. ข้อต่อ (joint)

แบบบานพับ (hinge joint)	ทำให้กระดูกเคลื่อนไหวไปทิศทางเดียว ● กระดูกต้นแขนกับกระดูกปลายแขนท่อนในและท่อนนอก, ข้อต่อบริเวณหัวเข่า, ข้อต่อนิ้วมือยกเว้นนิ้วโป้ง
แบบอานม้า	เคลื่อนไหวได้ 2 ทิศทาง ● นิ้วหัวแม่มือ
ball and socket joint	เคลื่อนที่ได้อิสระทุกทิศทาง ● ข้อต่อไหล่, ข้อต่อบริเวณกระดูกโคนขากับกระดูกเชิงกราน
gliding joint	ลักษณะแบนราบ เคลื่อนไหวได้เล็กน้อย ● ข้อต่อของกระดูกสันหลัง, ข้อต่อของข้อมือ

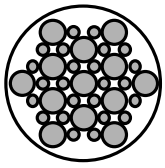
1. บริเวณตอนปลายกระดูก ตรงข้อต่อจะมี **<u>กระดูกอ่อน</u>** (cartilage) เคลือบอยู่ มีลักษณะเหนียว สั้น และยืดหยุ่นได้ ได้อาหารจากน้ำไขข้อ
2. **<u>น้ำไขข้อ</u>** (synovial fluid) เป็นของเหลวอยู่ระหว่างกระดูกอ่อน
3. กระดูกอ่อน และ น้ำไขข้อ ช่วยลดการเสียดสีของกระดูกขณะที่มีการเคลื่อนไหว
   - กระดูกอ่อนสึกกร่อน หรือปริมาณน้ำไขข้อลดน้อยลง ⟶ กระดูกแต่ละท่อนเบียดเข้ามาชิด และ เสียดสีกัน ⟶ เกิดการอักเสบ ⟶ ปลายกระดูกที่เสียดสีกันงอกออกมาเป็นจะงอยหรือปุ่มตามขอบ + มีเอ็นพังผืดหนาตัวขึ้นรอบ ๆ ข้อ ⟶ ข้อบวมโต
4. ligament ⟹ เอ็นเชื่อมกระดูก มีความเหนียวมาก + ช่วยบังคับให้กระดูกเคลื่อนไหวในวงจำกัด
5. tendon ⟹ เอ็นยึดกล้ามเนื้อให้ติดกับกระดูก + ช่วยในการเคลื่อนไหว
6. ข้ออักเสบจากความเสื่อมอาจเกิดได้กับข้อทุกข้อ
7. บริเวณที่พบข้ออักเสบมาก ⟹ ข้อสะโพก ข้อเข่า ข้อเท้า
   - บริเวณที่พบข้ออักเสบน้อย ⟹ ข้อไหล่ ข้อศอก ข้อมือ ข้อนิ้ว ข้อต่อกระดูกสันหลัง
8. กระดูกที่เอามาปลูกหรือเปลี่ยน ⟹ ส่วนอื่นของร่างกายของคนคนเดียวกัน, ร่างกายของผู้อื่น, กระดูกสัตว์
9. เซลล์ของกระดูกใหม่ที่นำมาปลูกหรือเปลี่ยน จะกระตุ้นให้เซลล์กระดูกเดิมสร้างกระดูกเสริมแทนขึ้นใหม่ เมื่อกระดูกสร้างเซลล์ประสานกันแล้ว กระดูกที่เอามาปลูกจะตายและถูกนำออก การปลูกหรือเปลี่ยนกระดูกจึงสมบูรณ์
10. ธนาคารกระดูกและเนื้อเยื่อ ⟹ เก็บกระดูกจากคนหรือสัตว์ที่เสียชีวิตใหม่ ๆ ⟹ ศูนย์เนื้อเยื่อชีวภาพกรุงเทพฯ รพ.ศิริราช
11. การเก็บกระดูก ⟹ T -70˚C บางกรณี -196˚C เพื่อลดปฏิกิริยาของกระดูกที่จะกระตุ้นให้ร่างกายต่อต้าน
12. บางครั้งการใช้กระดูกขนาดเล็ก อาจเก็บไว้ในรูปกระดูกแห้ง โดยผ่านวิธีการฆ่าเชื้อโรคและทำให้ปลอดเชื้อโดยการฉายรังสี
13. โครงกระดูกทุกส่วน จะมีกล้ามเนื้อยึดเกาะอยู่
14. กล้ามเนื้อ

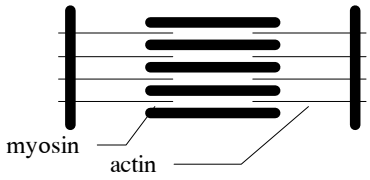
	กล้ามเนื้อลาย skeleton/striated muscle voluntary muscle	กล้ามเนื้อเรียบ smooth muscle involuntary muscle	กล้ามเนื้อหัวใจ cardiac muscle

CONCEPT 16-1

ลักษณะ	มัดทรงกระบอก กลมยาว	แบน ยาว เรียว ปลายแหลม (คล้ายกระสวย)	ทรงกระบอก ปลายเซลล์แยกออกเป็นสอง ต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ
ลาย	มีแถบลายขาว ๆ ดำ ๆ สลับกัน	ไม่มีลาย	สั้น มีลายพาดขวางเป็นระยะ ๆ
จำนวนนิวเคลียสต่อเซลล์หรือเส้นใย	> 1 อยู่ขอบเซลล์	1 นิวเคลียส อยู่ตรงกลาง	1,2 อยู่ตรงกลาง
การควบคุม	ใต้อำนาจจิตใจ (ควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลาง)	นอกอำนาจจิตใจ (ควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนวัติ)	
ตำแหน่งที่พบ	ยึดกับกระดูก (เป็นกล้ามเนื้อชนิดเดียวที่ยึดเกาะกับกระดูก)	อวัยวะภายใน	ผนังหัวใจ
ความเร็วในการหด	max	min	med
ระยะเวลาในการหด	min	max	med
ลักษณะการทำงาน	หดแรง คลายเร็ว	หด/คลายช้า	หด/คลายต่อเนื่อง
ปริมาณ	max	med	min
ขนาด	max	min	med
พลังงาน	มาก โดยเฉพาะขนาดออกกำลังกาย หายใจแบบไม่ใช้ O_2 ได้ดี	min ไม่มีการหายใจแบบไม่ใช้ O_2	max มี mitochondria มาก
ความสามารถในความคงทนของการหดตัว	min	max	med

1. กล้ามเนื้อลายและกล้ามเนื้อเรียบ สามารถหดตัวได้ เมื่อมีสิ่งเร้ากระตุ้น
2. เส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle) = เซลล์กล้ามเนื้อ (muscle cell) ⟶ เส้นใยฝอย (myofibrils) ⟶ myofilament (หน่วยย่อยที่สุดของกล้ามเนื้อ) = myosin (หนา) + actin (บาง)
3. ในเส้นใยกล้ามเนื้อ จะมีปลายของ axon แทรกปนอยู่ด้วย เมื่อ axon ถูกกระตุ้น กล้ามเนื้อก็จะหดตัว ทำให้โครงกระดูกเกิดการเคลื่อนที่
4. การเรียงตัวของ myofilament ทำให้เห็นกล้ามเนื้อเป็นลาย



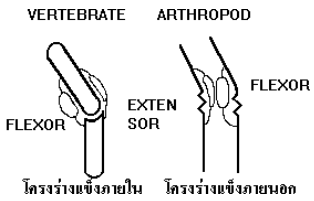


   1.1. แถบทึบ ⟹ A band ⟹ actin + myosin, myosin เท่านั้น
   - H zone ⟹ myosin เท่านั้น

   1.2. แถบจาง ⟹ I band ⟹ actin เท่านั้น ⟹ ถูกแบ่งครึ่งด้วย Z line

   1.3. 1 sarcomere ⟹ บริเวณที่อยู่ระหว่าง Z line 2 เส้น

1. การเรียงตัวของ myosin และ actin ⟹ ขนานกัน , 1 myosin จะมี 6 actin ล้อมรอบ
2. ฮักเลย์ และ แฮนสัน ⟹ สมมติฐานการหดตัวของกล้ามเนื้อ ⟹ เกิดจากการเลื่อนผ่านของ actin เข้าหากัน
3. กล้ามเนื้อ flexor ⟹ หดตัวแล้วอวัยวะงอเข้ามา
4. กล้ามเนื้อ extensor ⟹ หดตัวแล้วอวัยวะเหยียดออก
5. กล้ามเนื้อแขน ⟹ biceps อยู่บน เป็น flexor , triceps เป็น extensor



6. โครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ

เสือชีต้า	• ได้ชื่อว่าเป็นสัตว์ที่วิ่งได้เร็วที่สุด ถึง 110 km/hr (นักวิ่ง 40 km/hr) • ลักษณะโครงสร้างของกระดูกสันหลังที่โค้งงอ ⟹ กระดูกสันหลังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเพิ่มช่วงของการเคลื่อนที่ • + ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ, ความถี่ของการก้าว, ช่วงก้าวระหว่างขาหน้ากับขาหลัง
กบ	• มีกระดูกสันหลังสั้นมาก เพิ่มช่วงของการเคลื่อนที่โดยการกระโดด แล้วยืดขาหลังออกไป
ปลาโลมาและปลาวาฬ	• ไม่มีครีบ หางขนานกับพื้นน้ำ (ต่างจากปลาทั่วไป) • เคลื่อนที่โดยการตวัดหางและหัวเป็นจังหวะขึ้นลงสลับกัน
ปลา	• เคลื่อนที่ได้ทุกทิศทาง (3 มิติ) เนื่องจากการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งยึดติดอยู่สองข้างของกระดูกสันหลัง • การหดตัวของกล้ามเนื้อข้างใดข้างหนึ่งทั้งชุด เริ่มจากหัวไปหาง และการพัดโบกไปมาของครีบหางและคอดหาง ทำให้ลำตัวปลามีลักษณะเป็นตัว S หัวไปทางหนึ่งและหางไปอีกทางหนึ่ง • การเคลื่อนที่เป็นรูปตัว S ของปลา สัมพันธ์กับการทำงานของครีบหางมากที่สุด • ครีบอก และ ครีบตะโพก เป็นครีบคู่ ที่เทียบได้กับขาหน้าและขาหลังของสัตว์บกตามลำดับ มีหน้าที่ช่วยพยุงตัวปลาและช่วยให้เคลื่อนที่ขึ้นลงตามแนวดิ่งได้ • ครีบ (fins) ⟹ ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ • การที่ปลามีรูปร่างเพรียวและผิวเรียบลื่น ช่วยลดแรงเสียดทานได้ • ปลาไหล ชอบอยู่ในโคลนซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ไม่มีครีบยื่นออกมาจากลำตัวเหมือนปลา ทั้ง ๆ ที่เป็นสัตว์จำพวกปลา การที่มีลำตัวยาวค่อนข้างกลม ช่วยให้มีกล้ามเนื้อมากกว่าตัวแบน และลดแรงเสียดทานได้มากกว่าด้วย • หูฉลาม ⟹ ครีบอก, กระเพาะปลา ⟹ กระเพาะลม, ถุงลมของปลา (air bladder) • เมือกของปลา ช่วยลดแรงเสียดทาน
นก	• ขาหน้าเปลี่ยนเป็นปีก, กระดูกเป็นโพรง, มีขน, ถุงลม (ผู้ช่วยปอด), ลำไส้ใหญ่สั้น • อาศัย กล้ามเนื้อยกปีก กับ กล้ามเนื้อกดปีก • กล้ามเนื้อยกปีกอยู่บน หดแล้ว ปีกยก • นกปรีเกต ปีกยาว 2 m แต่มีน้ำหนักกระดูก 100 g ซึ่งน้อยกว่าน้ำหนักของขนที่ปกคลุมตัว • นกขณะเริ่มบิน จะชูปีกทั้งสองขึ้น แล้วตีปีกลงข้างล่าง พร้อมทั้งทำปลายปีกงุ้ม ต่อไปจึงวาดปีกไปข้างหน้า ครั้นแล้วจึงโบกปลายปีกกลับไปข้างหลัง แล้วสะบัดขึ้นข้างบนอย่างรวดเร็ว โดยวิธีนี้จะทำให้ตัวนกพุ่งไปข้างหน้า • นกที่เริ่มบินจะต้องใช้แรงมาก แต่เมื่อลอยตัวอยู่ในอากาศแล้ว ไม่ต้องออกแรงมากนัก • การลอยตัวในอากาศ ภายหลังที่นกกางปีกเต็มที่แล้ว จะโบกปีกลง ลำตัวของนกจะเชิดขึ้นเนื่องจากแรงปะทะของอากาศ ทำให้นกลอยตัวขึ้น ในขณะที่ปีกโบกลงนั้น ปลายปีกจะเคลื่อนไปข้างหน้า เพื่อให้แรงปะทะของอากาศมีมากขึ้น และเมื่อยกปีกขึ้น ปลายปีกจะสะบัดไปข้างหลัง ซึ่งจะทำให้ตัวนกพุ่งไปข้างหน้า

web	• เป็ด กบ • ขณะเคลื่อนที่ในน้ำ จะใช้โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นแผ่นหนังบาง ๆ ยึดติดอยู่ระหว่างนิ้วเท้า ช่วยโบกพัดน้ำ
flipper	• เต่าทะเล (กระ มะเฟือง ตนุ) แมวน้ำ สิงห์โตทะเล พะยูน เพนกวิน • แผ่นหนังตรงบริเวณข้างหน้าช่วยพัดน้ำขณะเคลื่อนไหว

1. โครงสร้างสำคัญที่ใช้ในการคเลื่อนไหวของสัตว์มีกระดูกสันหลัง คือ รยางค์
2. สัตว์เลี้ยยคลานบางชนิดมีการเคลื่อนที่แบบมีการโค้งไปมาของลำตัวเป็นแบบตัว S
   2.1. ไม่มี ขา เช่น งู $\Longrightarrow$ กล้ามเนื้อกระดูกสันหลังเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างกลับไปกลับมา
   2.2. มีขาสั้น เช่น กิ้งก่า จิ้งเหลน $\Longrightarrow$ การก้าวขาไม่พร้อมกันของขาคู่หน้าและคู่หลัง
3. สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังมีข้อได้เปรียบในการเคลื่อนที่ $\Longrightarrow$ กระดูกสันหลังช่วยในการยืด ยัน หรือ พยุงร่างกายได้ดีกว่าสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง
4. เนื่องจากน้ำมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ ปัญหาของการเคลื่อนไหวของสัตว์ที่อยู่ในน้ำ คือ แรงเสียดทาน
5. สมองส่วนที่เจริญในสัตว์ที่เคลื่อนที่ 3 มิติ $\Longrightarrow$ cerebellum
6. กระต่าย จิงโจ้ กบ ขาหลังยาวกว่าขาหน้าเหมือนกัน ใช้หลักการเคลื่อนที่เหมือนกัน
7. การเคลื่อนที่ของลูกอ๊อดของกบ (tadpole) อาศัย การหดตัวของกล้ามเนื้อที่หางและขา
8. สัตว์ที่เคลื่อนที่ 3 มิติ $\Longrightarrow$ นก ปลา แมลง
9. สัตว์ที่เคลื่อนไหวโดยการบิน ต้องใช้ O_2 ในการหายใจสูงกว่าสัตว์อื่น ๆ เพราะขณะบิน ต้องใช้พลังงานมาก