บทที่ 14 ระบบหายใจ

ระบบหายใจ

นางสาวอลิชา ใชยชาญ

รายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ระบบหายใจ

1. ในบรรยากาศมีปริมาณแก๊สต่าง ๆ เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ O_2 CO_2 และ N_2
2. CO_2 แพร่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง
3. จมูก ท่อลม หลอดลม และปอด เป็นโครงสร้างในระบบหายใจของมนุษย์
4. การหายใจเข้านำเฉพาะ O_2 เข้าสู่ปอด และการหายใจออกนำเฉพาะ CO_2 ออกสู่บรรยากาศ
5. การหายใจระดับเซลล์เพื่อสลายสารอาหารในร่างกาย ส่วนใหญ่ต้องการ O_2 ในการสร้าง ATP
6. กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดขึ้นระหว่างถุงลมในปอดกับหลอดเลือดฝอยและระหว่างหลอดเลือดฝอยกับเนื้อเยื่อ

ระบบหายใจ

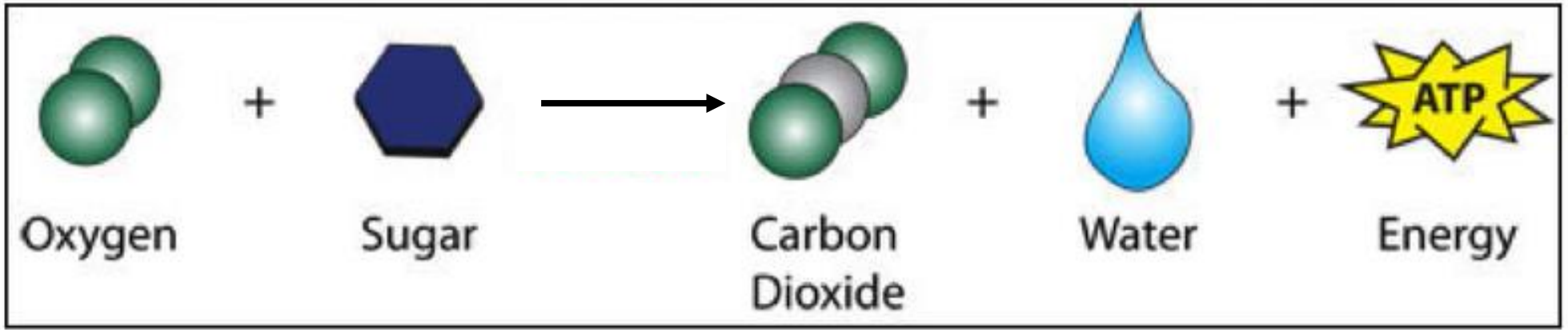
- 7. การหายใจเข้าและการหายใจออกของมนุษย์เกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง
- 8. ขณะหายใจออกปริมาตรของอากาศภายในช่องอกเพิ่มขึ้น ความดันของอากาศในปอดจะมากกว่าความดันของอากาศภายนอก
- 9. มนุษย์ไม่สามารถหายใจขณะที่มีการกลืนอาหารได้
- 10. ความจุอากาศของปอดแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น เพศ อายุ ขนาดของร่างกาย และการออกกำลังกาย

ระบบหายใจ

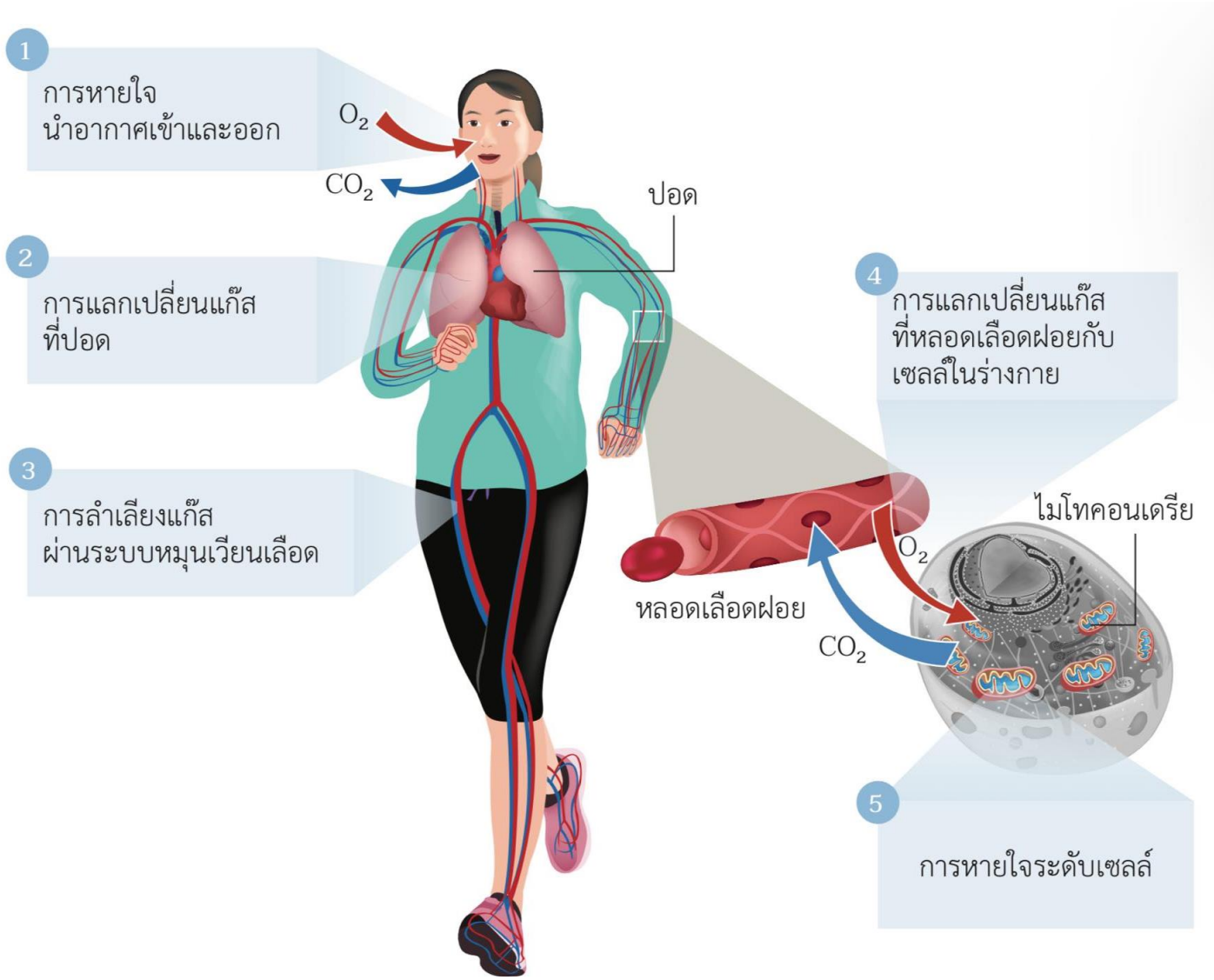
ระบบหายใจ

เป็นการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยการนำเอาแก๊สออกซิเจนเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้ในการหายใจระดับเซลล์ (Cellular respiration) และนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อมผ่านทางระบบหายใจ (Respiratory system) โดยทำงานร่วมกับระบบหมุนเวียนเลือดในการลำเลียงแก๊สไปยังเซลล์ต่าง ๆ

การหายใจระดับเซลล์เป็นการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน



ระบบหายใจ

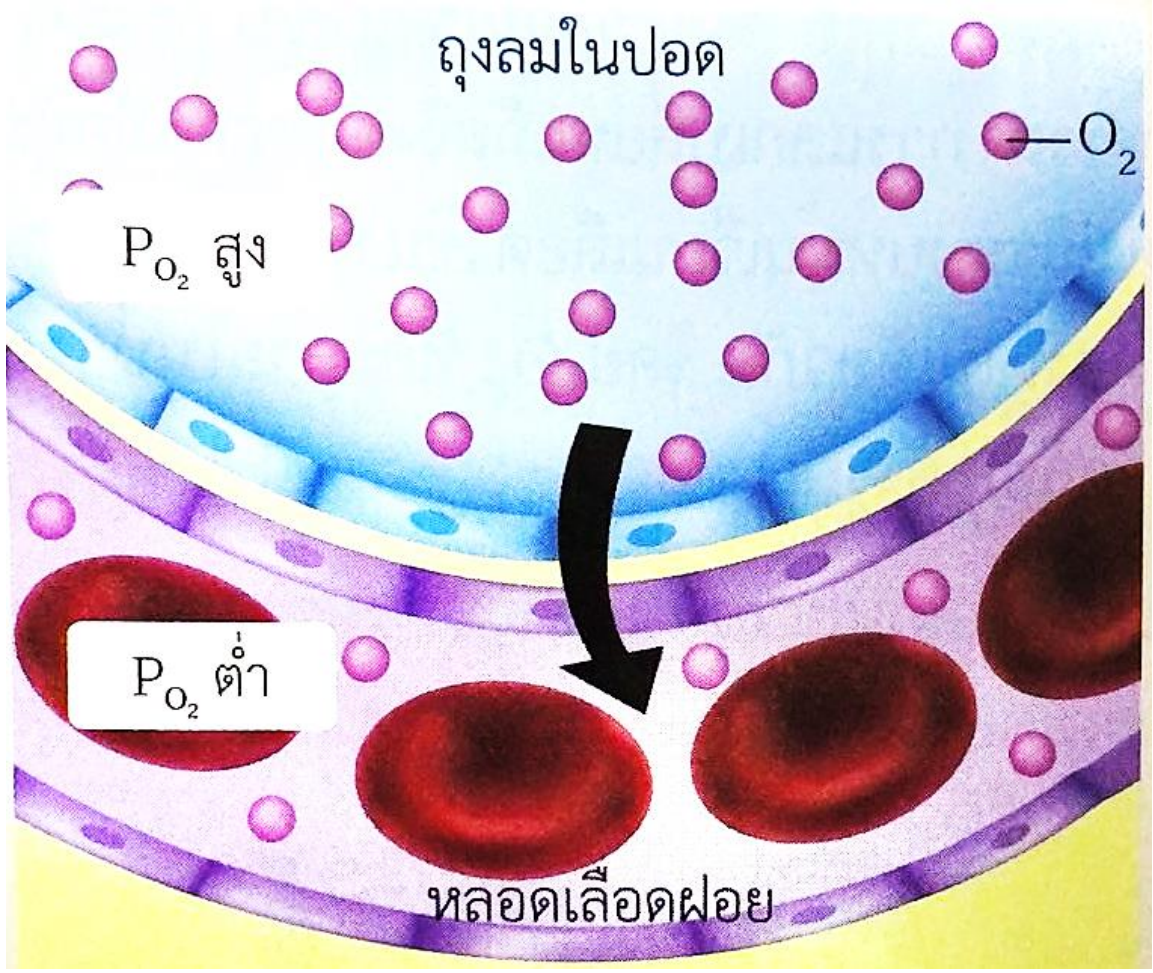

1
การหายใจ
นำอากาศเข้าและออก
O_2
CO_2
2
การแลกเปลี่ยนแก๊ส
ที่ปอด
ปอด
3
การลำเลียงแก๊ส
ผ่านระบบหมุนเวียนเลือด
4
การแลกเปลี่ยนแก๊ส
ที่หลอดเลือดฝอยกับ
เซลล์ในร่างกาย
ไมโทคอนเดรีย
O_2
หลอดเลือดฝอย
CO_2
5
การหายใจระดับเซลล์

ระบบหายใจ

- ✓ โดยธรรมชาติแล้ว แก๊สจะแพร่จากที่ที่มีความเข้มข้นมากไปที่ที่มีความเข้มข้นน้อย
- ✓ ในน้ำมีออกซิเจนน้อยกว่าในอากาศ ดังนั้นเพื่อให้ได้แก๊สออกซิเจนที่เพียงพอ การหายใจในน้ำต้องมีประสิทธิภาพมากกว่าการหายใจทางอากาศ
- ✓ โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สต้องมีพื้นที่ผิวมากพอและบาง ซึ่งพื้นที่ผิวที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สจะแตกต่างกันไปในสัตว์ เช่น ผิวหนัง เหงือก ท่อลอม เหงือก เป็นต้น
- ✓ นอกจากนั้นโครงสร้างที่ใช้ในการปลกเปลี่ยนแก๊สต้องมีความชุ่มชื้น แก๊สออกซิเจนจึงจะเข้าสู่เซลล์ได้

ระบบหายใจ

- การแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม O_2 และ CO_2 เคลื่อนที่เข้าและออกจากเซลล์โดยการแพร่
- ในอากาศมีแก๊สหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ เช่น แก๊สไนโตรเจน (N_2) O_2 และ CO_2 จะแพร่จากบริเวณที่มีความดันย่อยของแก๊สนั้นสูงไปยังบริเวณที่มีความดันย่อยต่ำ



ระบบหายใจ

แก๊ส	สัดส่วนโดยปริมาตร (%)
O_2	21
CO_2	0.04
N_2	78
อื่น ๆ	≈ 1

- ความดันย่อย (partial pressure) เป็นความดันของแก๊สชนิดหนึ่งภายในปริมาตร คำนวณได้จากผลคูณของความดันรวมและสัดส่วนของแก๊สนั้น
- เช่น จากตารางแสดงสัดส่วนของแก๊สแต่ละชนิดในบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล ความดันรวมของแก๊สในบรรยากาศเป็น 760 mmHg และมี O_2 เป็น 21% ดังนั้นความดันย่อยของ O_2 คือ

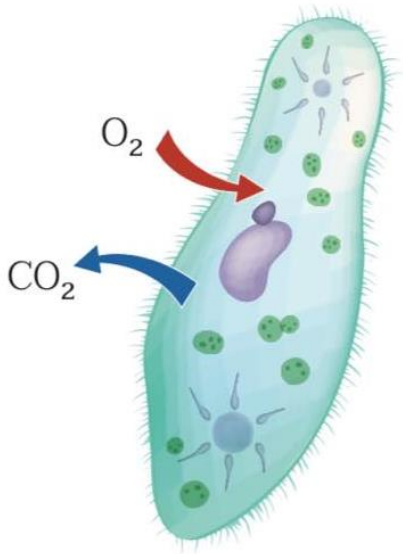
$$P_{O_2} = 760\ x\ \frac{21}{100} = 160 mmHg$$

1. จากตาราง ความดันย่อยของ N_2 และ CO_2 เป็นเท่าใด

ระบบหายใจ

การแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

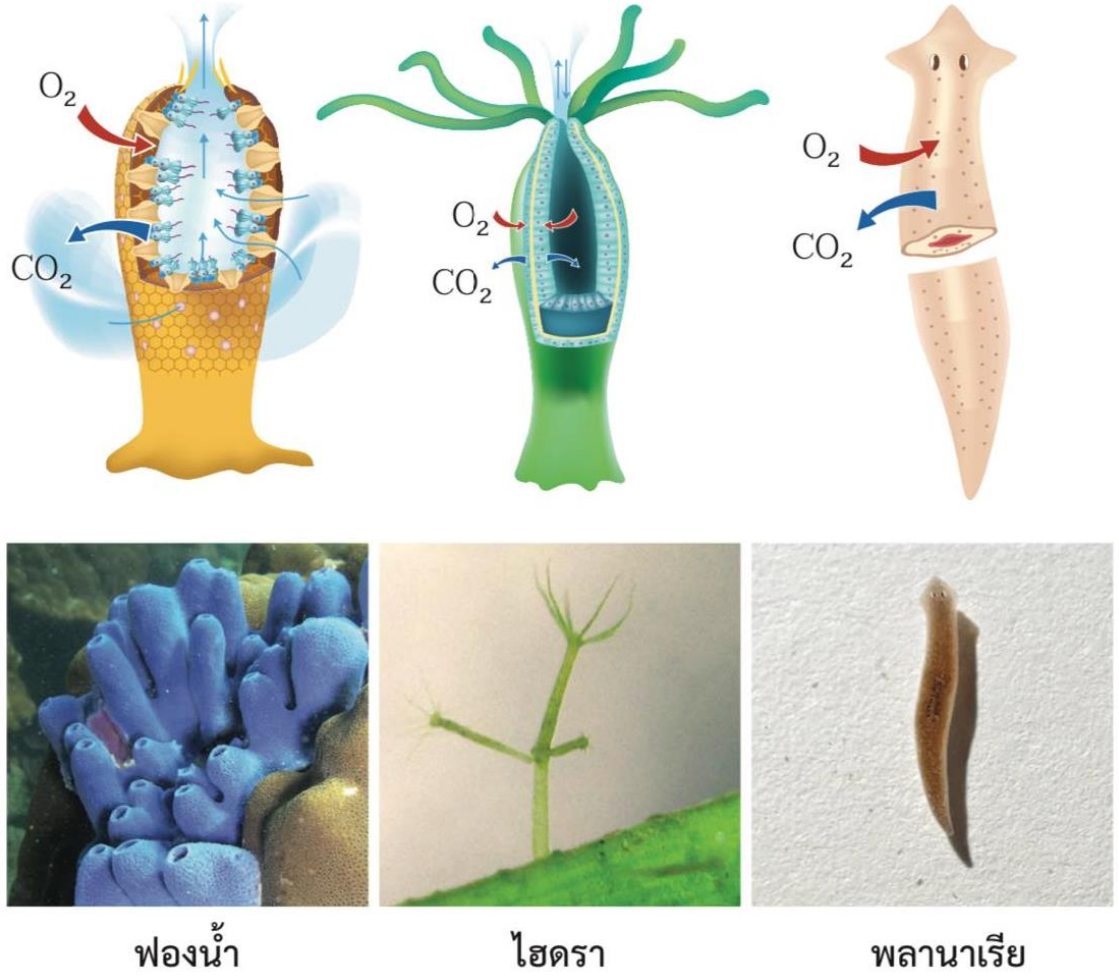
- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวส่วนใหญ่ เช่น อะมีบา พารามีเซียม เซลล์จะสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำตลอดเวลา การแลกเปลี่ยนแก๊สจึงเกิดผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง



ระบบหายใจ

การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์

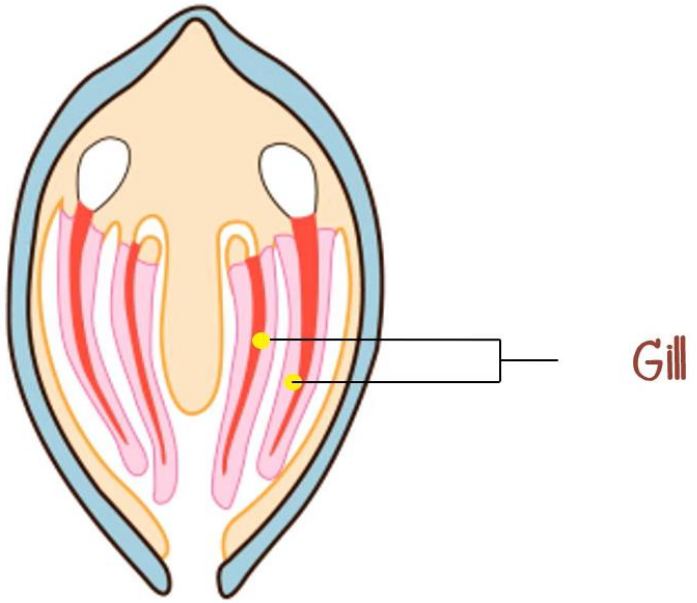
- ฟองน้ำ ไฮดรา และพลานาเรีย มีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง
- O_2 ที่ละลายน้ำจะแพร่เข้าสู่เซลล์และ CO_2 จากเซลล์จะแพร่ออกสู่สิ่งแวดล้อม



ระบบหายใจ

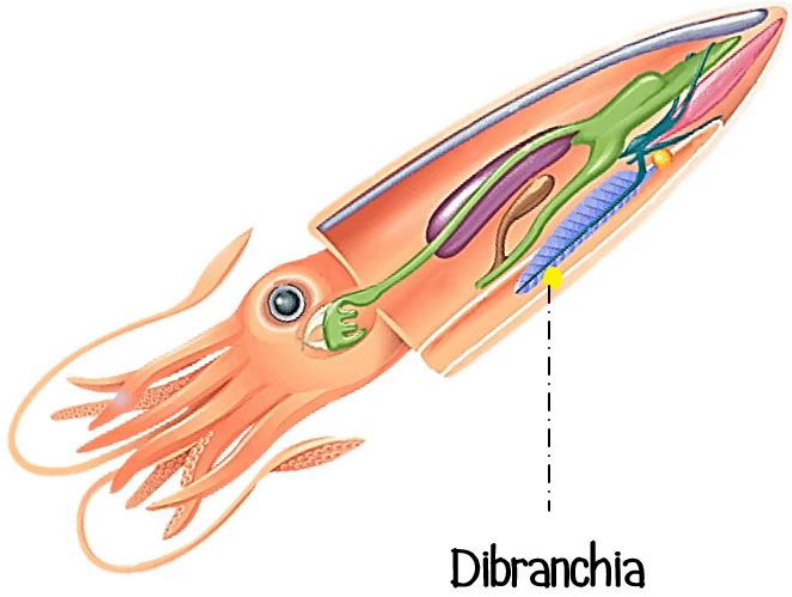
หอยสองฝา

แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเหงือก (gill) ซึ่งมี 1 คู่
หรือ 2 คู่ ลักษณะเป็นซี่เล็ก ๆ ในช่องแมนเทิล



หมึก

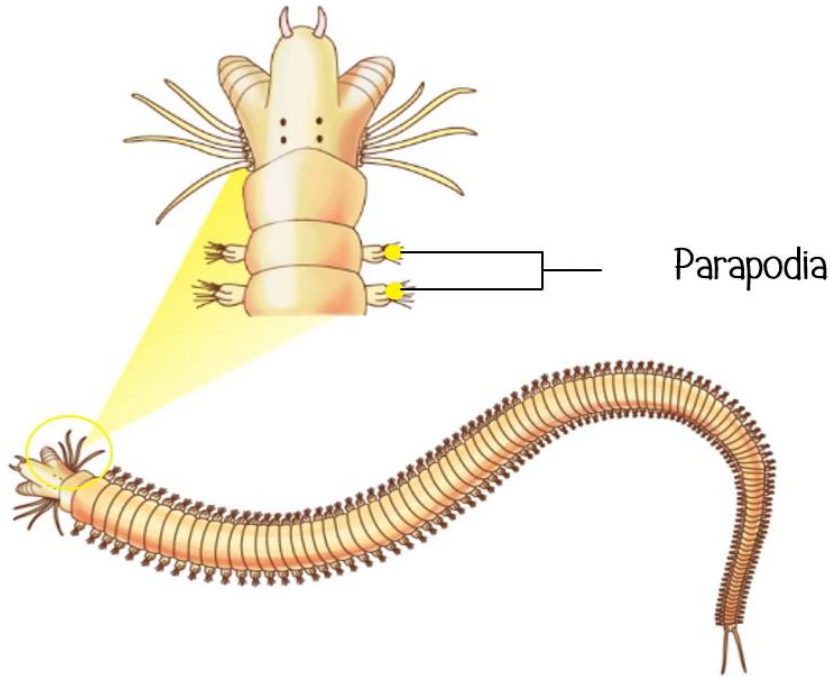
แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านไดบรานเชีย (dibranchia)
ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อน้ำไหลผ่านเข้าไปในตัวหมึก



ระบบหายใจ

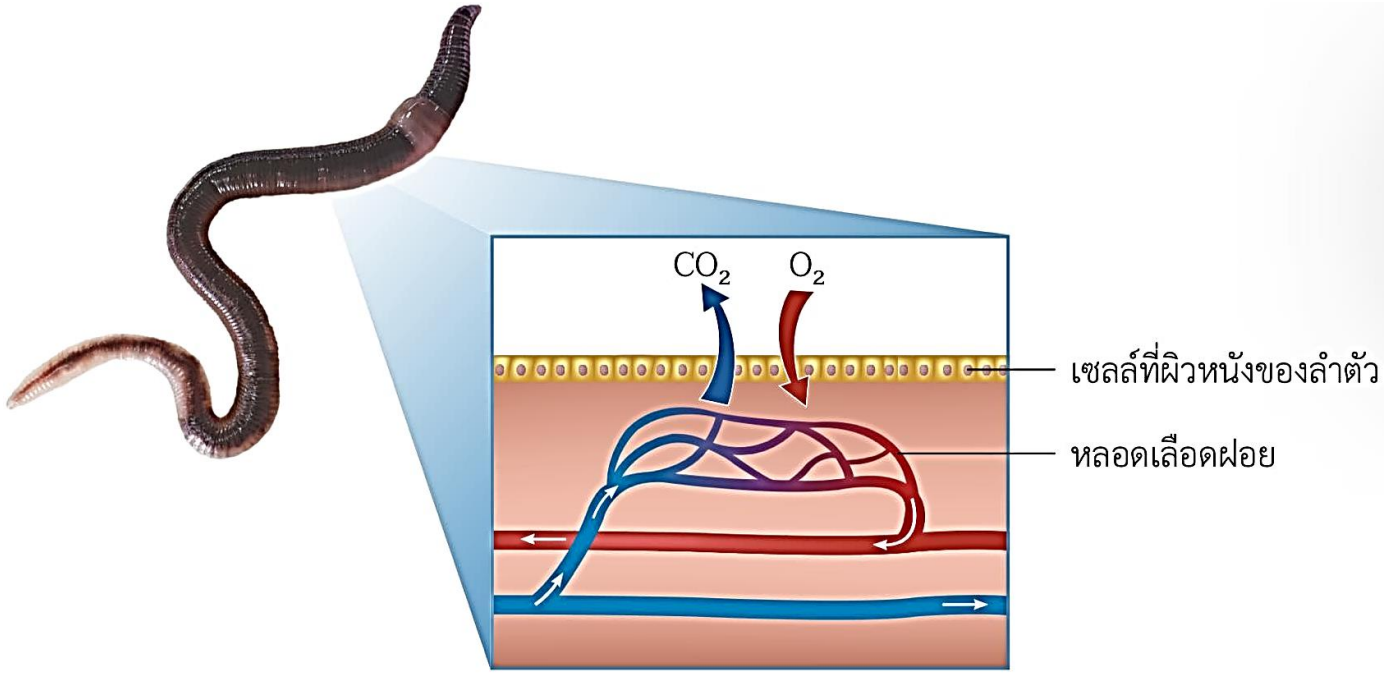
แม่เพรียง

แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านพาราโพเดีย (parapodia) ที่ยื่นออกมาบริเวณข้างลำตัวในแต่ละปล้อง



ไส้เดือนดิน

แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านผิวหนังซึ่งบางและเปียกชื้น และมีระบบหมุนเวียนเลือดช่วยลำเลียงแก๊ส



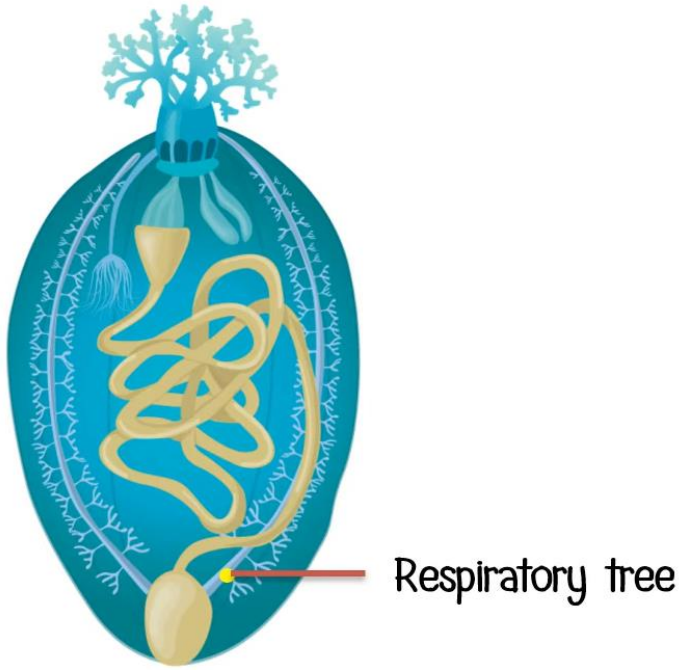
ระบบหายใจ

แมงดาทะเล

แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านแผงเหงือก (book gill) ที่อยู่บริเวณท้อง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อไหลผ่าน

ปลิงทะเล

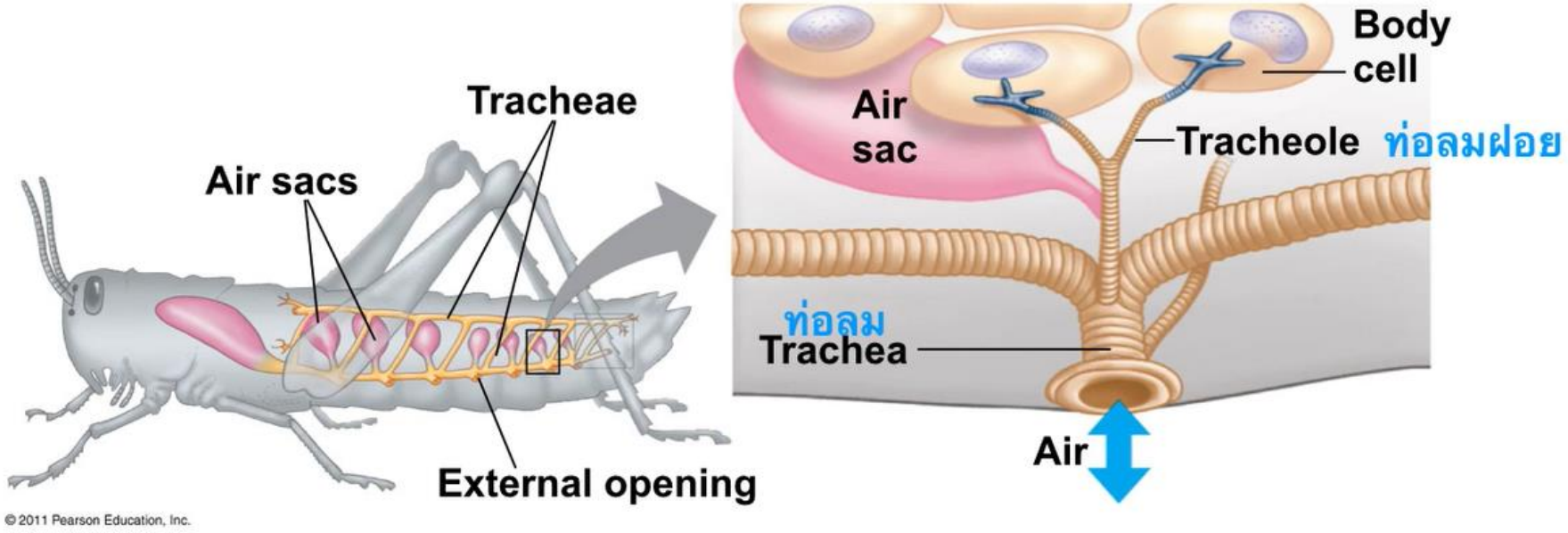
แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเรสไพราทอรีทรี (respiratory tree) มีลักษณะเป็นท่อยาวที่แตกกิ่งก้าน



ระบบหายใจ

แมลง

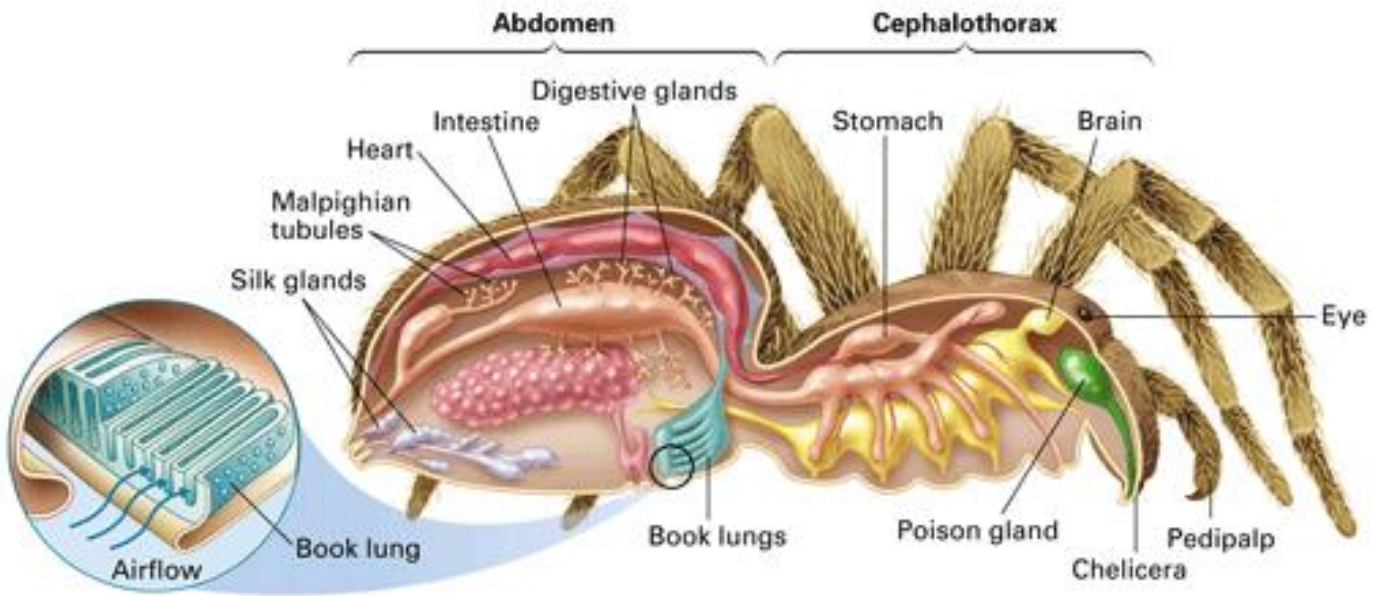
- ปกติจะอาศัยในพื้นที่ที่แห้งแล้ง ไม่มีความชุ่มชื้น จึงไม่สามารถแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเหงือกหรือผิวหนังได้
- การแลกเปลี่ยนแก๊สจึงต้องอาศัยระบบท่อลม (tracheal system)
- ด้านข้างลำตัวจะมีรูเปิดเล็ก ๆ เรียก ช่องหายใจ (spiracle) เป็นทางผ่านเข้าออกของอากาศ ท่อลมจะมีการแตกแขนงเล็กลงเรื่อย ๆ เพื่อให้เซลล์ทุกเซลล์สามารถแลกเปลี่ยนแก๊สกับอากาศได้โดยตรง
- นอกจากนี้แมลงที่บินได้บางชนิดจะมีถุงลม (air sac) เพื่อช่วยในการสำรองอากาศขณะบินด้วย

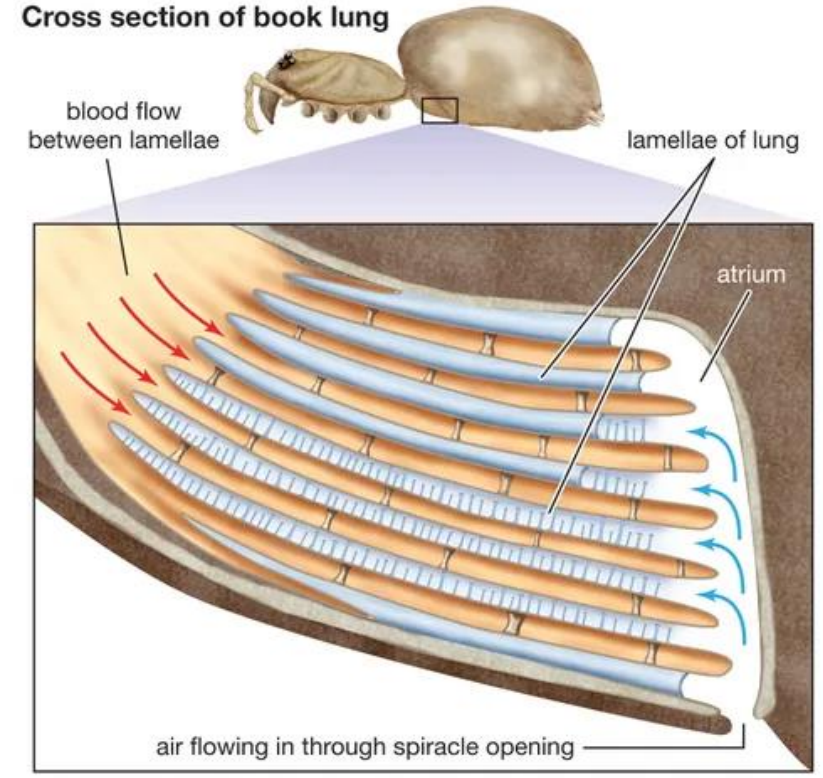


ระบบหายใจ

แมงมุม

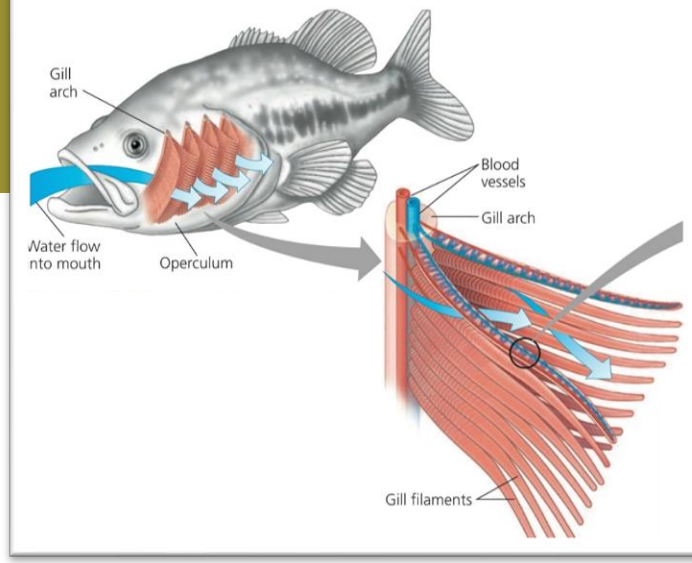
มีลักษณะแตกต่างไปจากอาร์โทรพอดอื่น ๆ คือ ไม่มีท่อลมแทรกไปตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ แต่ท่อลมของแมงมุมจะพับไปพับมาเป็นแผง ซึ่งมีหลอดเลือดมาช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สด้วย จึงเรียกท่อลมของแมงมุมมว่า ปอดแผง (book lung)





© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

ระบบหายใจ



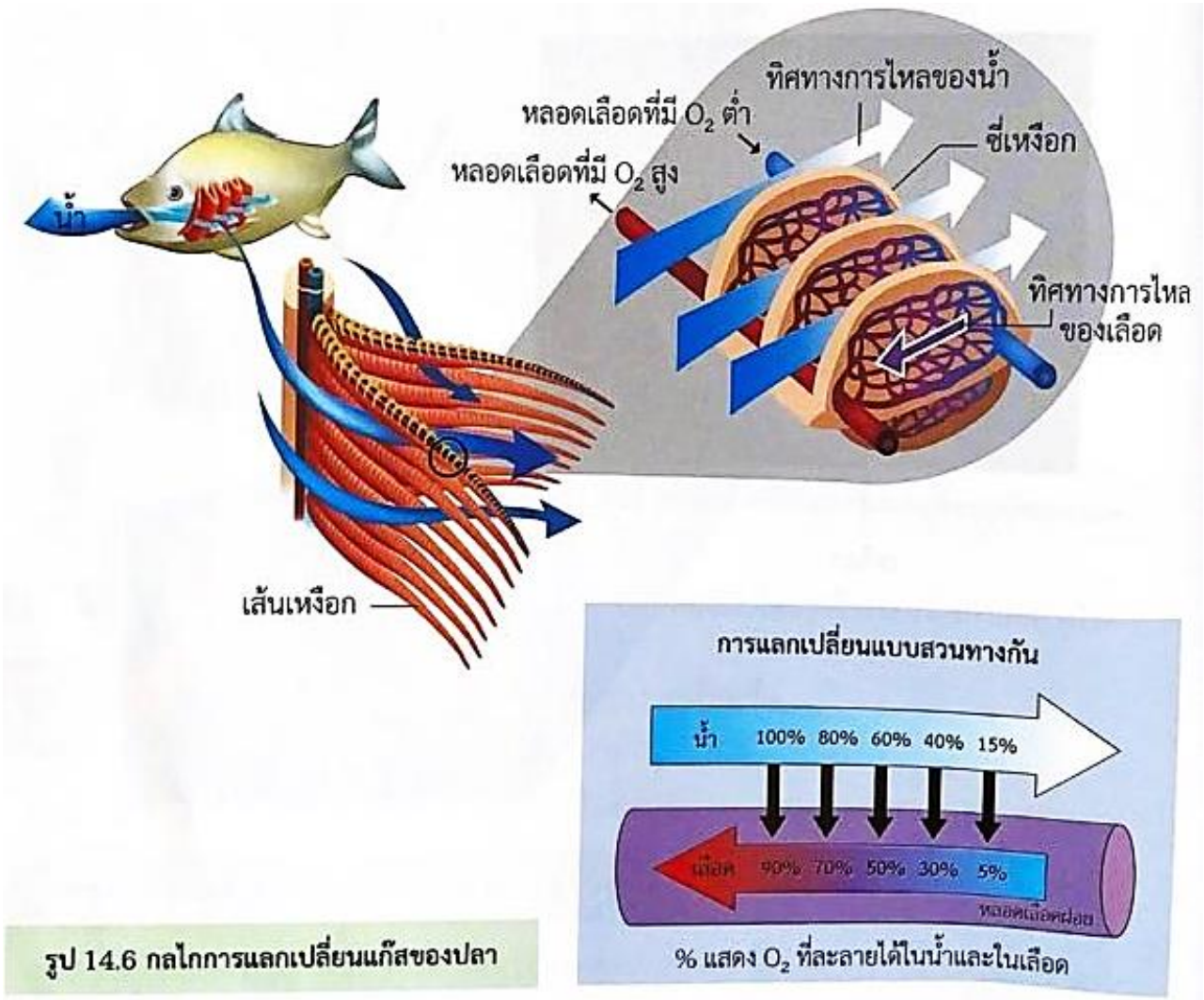
ปลา

- ข้อดี : บริเวณแลกเปลี่ยนแก๊สมีความชุ่มชื้นอยู่เสมอเนื่องจากสัมผัสกับน้ำโดยตรง
- ข้อเสีย : ในน้ำมีปริมาณแก๊สออกซิเจนละลายอยู่น้อยมากคือประมาณร้อยละ 0.5 และแก๊สออกซิเจนยังแพร่ในน้ำได้ช้ากว่าในอากาศประมาณ 1,000 เท่า
- จึงมีการจัดเรียงเนื้อเยื่อของอวัยวะที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊ส เช่น เหงือกของปลาและกุ้งจะมีลักษณะเป็นซี่ ๆ เรียงกันเป็นแผง แต่ละซี่จะมีขนาดเล็กมากประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวเป็นชั้นบาง ๆ ห่อหุ้มหลอดเลือดฝอย ทำให้แก๊สสามารถแพร่ผ่านเข้าไปได้ง่าย

ระบบหายใจ

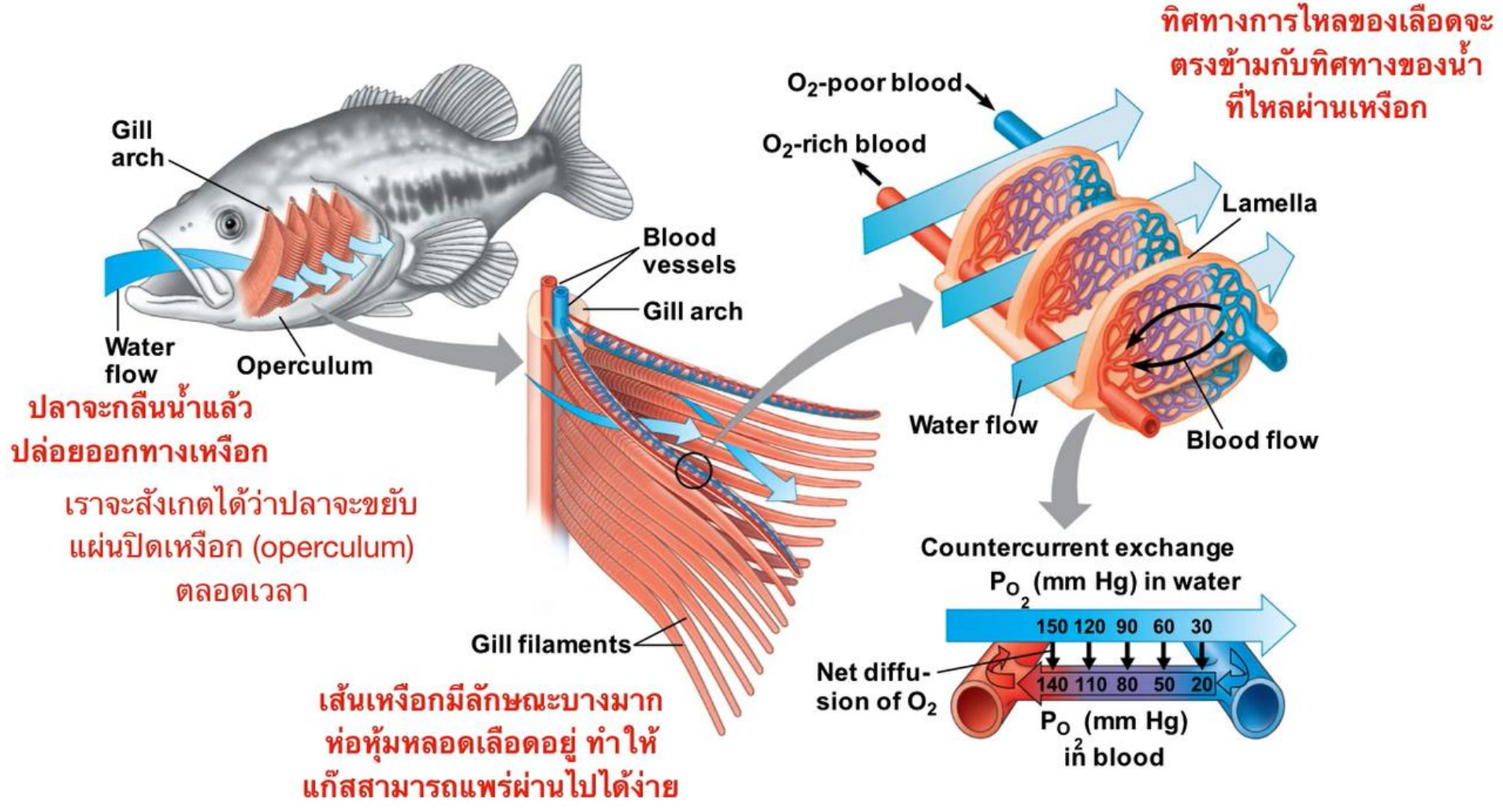
ปลา

- แผ่นกระดูกปิดเหงือกของปลาจะเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา เป็นจังหวะพอดีกับการอ้าปากและหุบปากของปลาด้วย
- ทำให้น้ำ ซึ่งมีแก๊สออกซิเจนละลายอยู่เข้าทางปากแล้วผ่านออกทางเหงือกตลอดเวลา และแก๊สออกซิเจนจะแพร่ผ่านเข้าสู่หลอดเลือดฝอยที่เหงือก แล้วหมุนเวียนไปตามระบบหมุนเวียนเลือดต่อไป



รูป 14.6 กลไกการแลกเปลี่ยนแก๊สของปลา

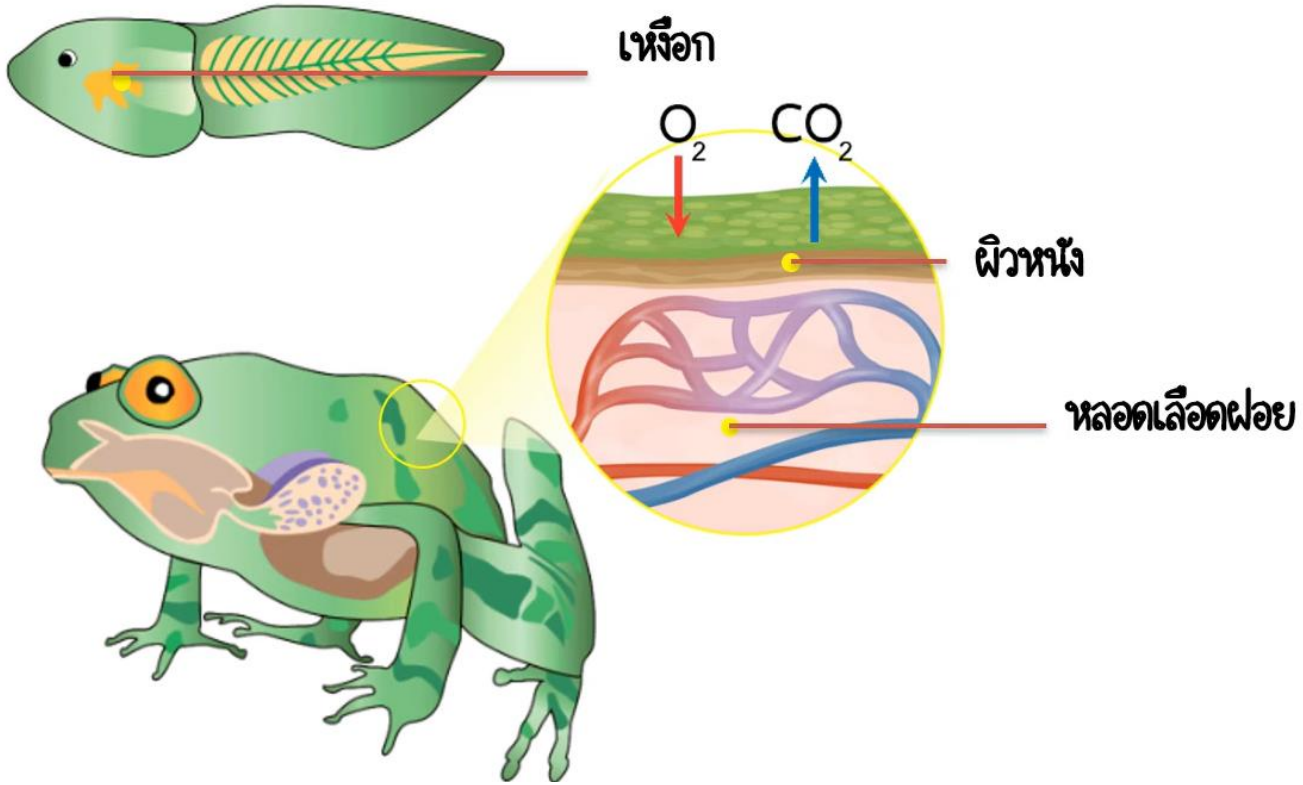
ระบบหายใจ


Gill arch
Water flow
Operculum
ปลาจะกลืนน้ำแล้ว
ปล่อยออกทางเหงือก
เราจะสังเกตได้ว่าปลาจะขยับ
แผ่นปิดเหงือก (operculum)
ตลอดเวลา
Blood vessels
Gill arch
Gill filaments
เส้นเหงือกมีลักษณะบางมาก
ห่อหุ้มหลอดเลือดอยู่ ทำให้
แก๊สสามารถแพร่ผ่านไปได้ง่าย
O_2-poor blood
O_2-rich blood
ทิศทางการไหลของเลือดจะ
ตรงข้ามกับทิศทางของน้ำ
ที่ไหลผ่านเหงือก
Lamella
Water flow
Blood flow
Countercurrent exchange
P_{O_2} (mm Hg) in water
150 120 90 60 30
Net diffu-
sion of O_2
140 110 80 50 20
P_{O_2} (mm Hg)
in blood

ระบบหายใจ

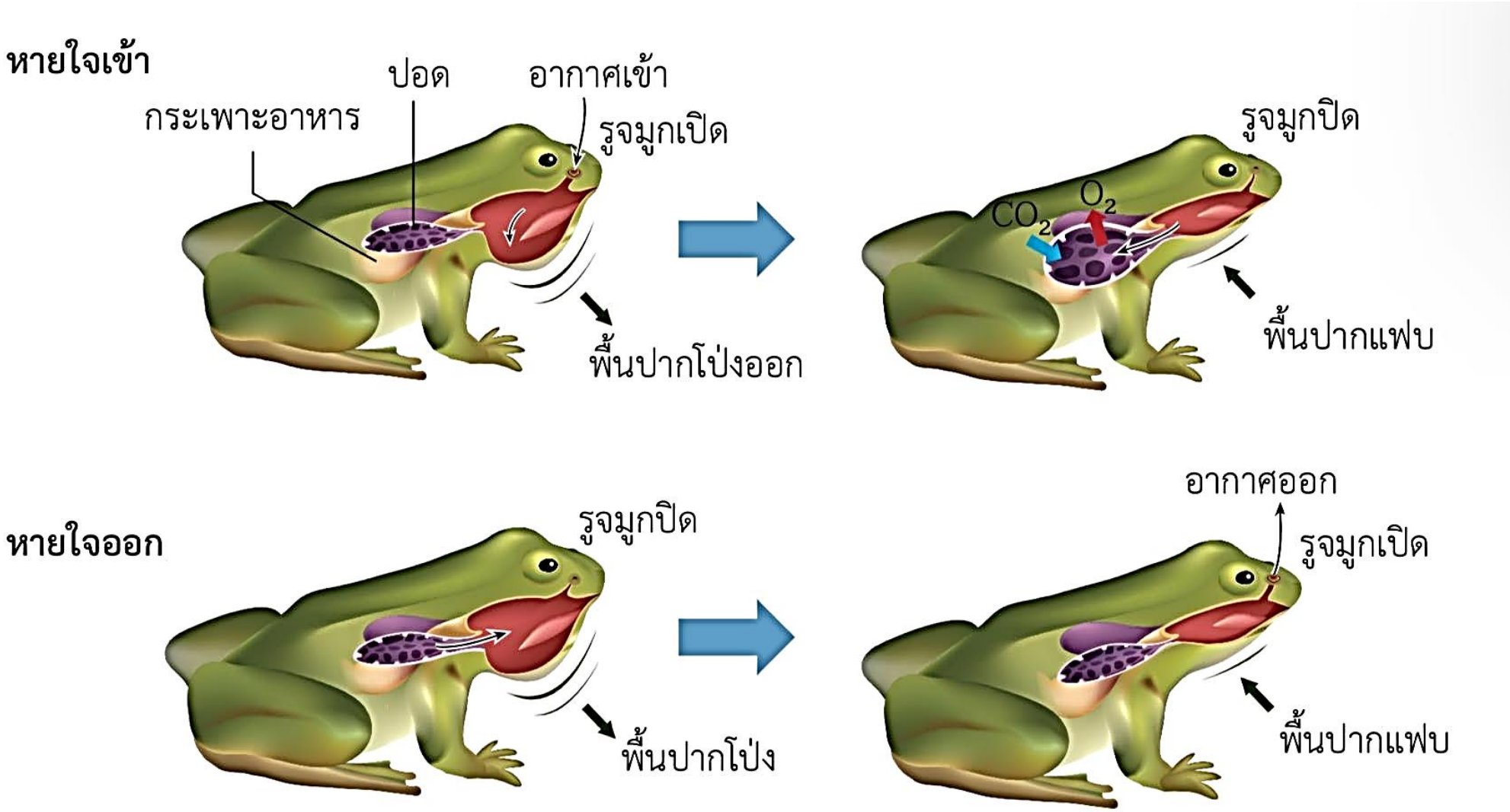
กบ

ในระยะตัวอ่อนจะอาศัยในน้ำและใช้เหงือกเป็นอวัยวะในการแลกเปลี่ยนแก๊ส เมื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยจะอาศัยบนบกบริเวณใกล้แหล่งน้ำโดยใช้ทั้งผิวหนังและปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ผิวหนังของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีต่อมสร้างเมือกซึ่งช่วยให้ผิวหนังชุ่มชื้นตลอดเวลา แก๊สจะแพร่ผ่านผิวหนังได้โดยตรงแล้วแพร่สู่หลอดเลือดฝอยจำนวนมากใต้ผิวหนัง



ระบบหายใจ

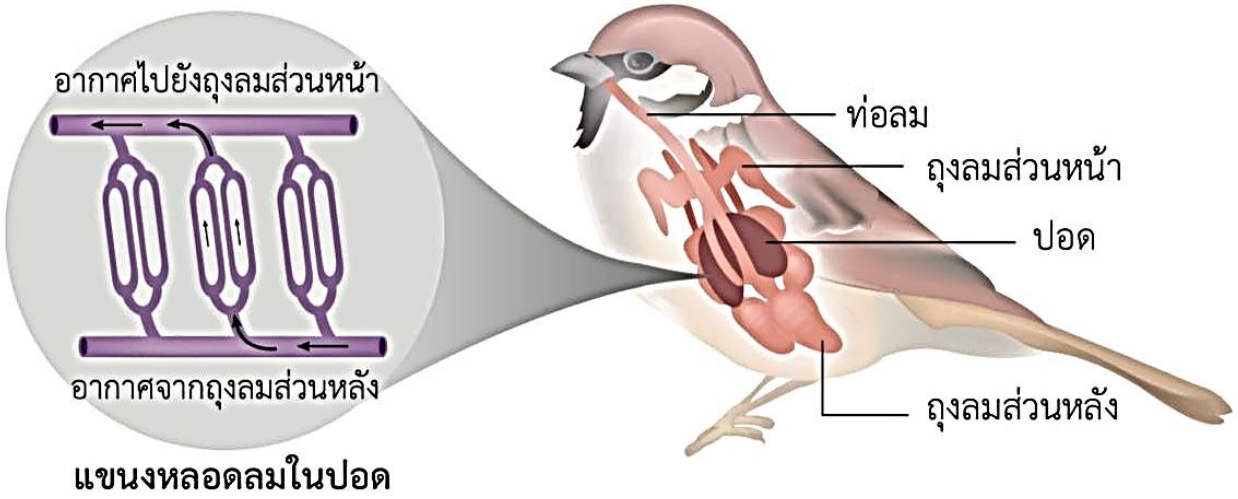
กบ



ระบบหายใจ

นก

- สัตว์ปีกต้องการพลังงานมากในการบิน ปอดของนกเชื่อมต่อกับถุงลม (air sac) เพื่อสำรองอากาศไว้ใช้
- อากาศจะเคลื่อนที่ผ่านโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สในปอดที่เรียกว่าแขนงหลอดลม (parabronchi) ในทิศทางเดียว โดยไม่มีอากาศที่ผ่านการแลกเปลี่ยนแก๊สแล้วมาผสม



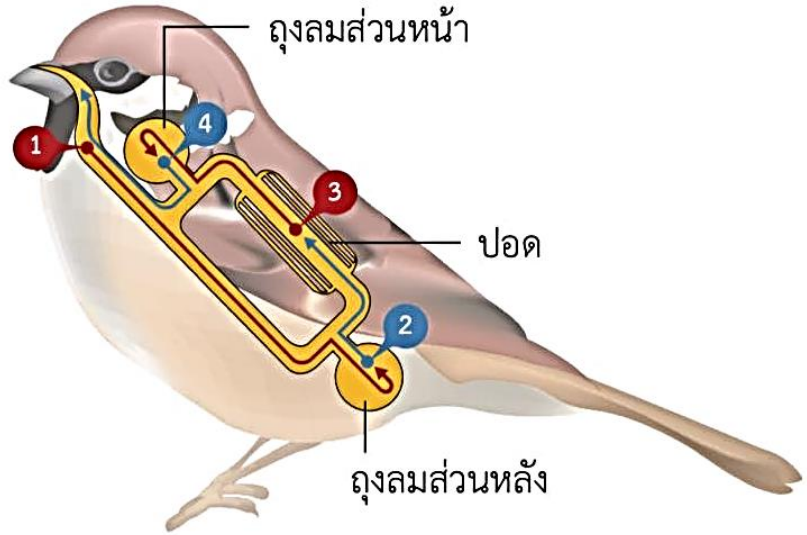
แขนงหลอดลมในปอด

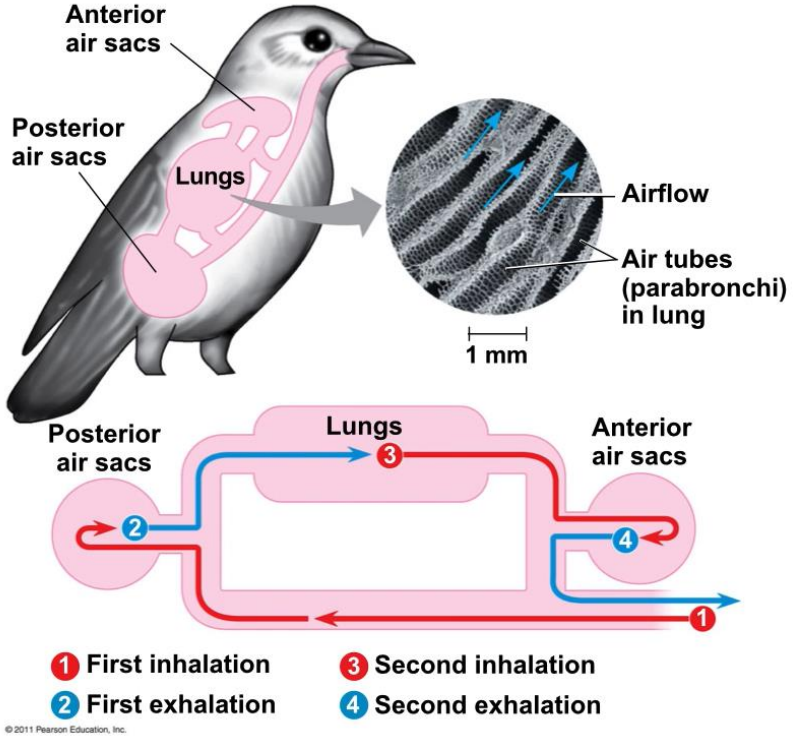
ระบบหายใจ

นก

ในแต่ละรอบของการหายใจเพื่อให้อากาศหมุนเวียนครบวงจร นกจะหายใจเข้าและหายใจออก 2 ครั้ง กลไกการหายใจของนกแสดงได้ดังรูป 14.9

1. เมื่อหายใจเข้าครั้งที่ 1 ถุงลมส่วนหลังขยายตัว อากาศภายนอกเข้าสู่ท่อลมไปยังถุงลมส่วนหลัง
2. เมื่อหายใจออกครั้งที่ 1 ถุงลมส่วนหลังหดตัว อากาศจากถุงลมส่วนหลังจะเคลื่อนเข้าสู่ปอด
3. เมื่อหายใจเข้าครั้งที่ 2 ถุงลมส่วนหน้าขยายตัว อากาศจากปอดจะเคลื่อนเข้าสู่ถุงลมส่วนหน้า
4. เมื่อหายใจออกครั้งที่ 2 ถุงลมส่วนหน้าหดตัว ขับอากาศออกสู่ภายนอกทางท่อลม



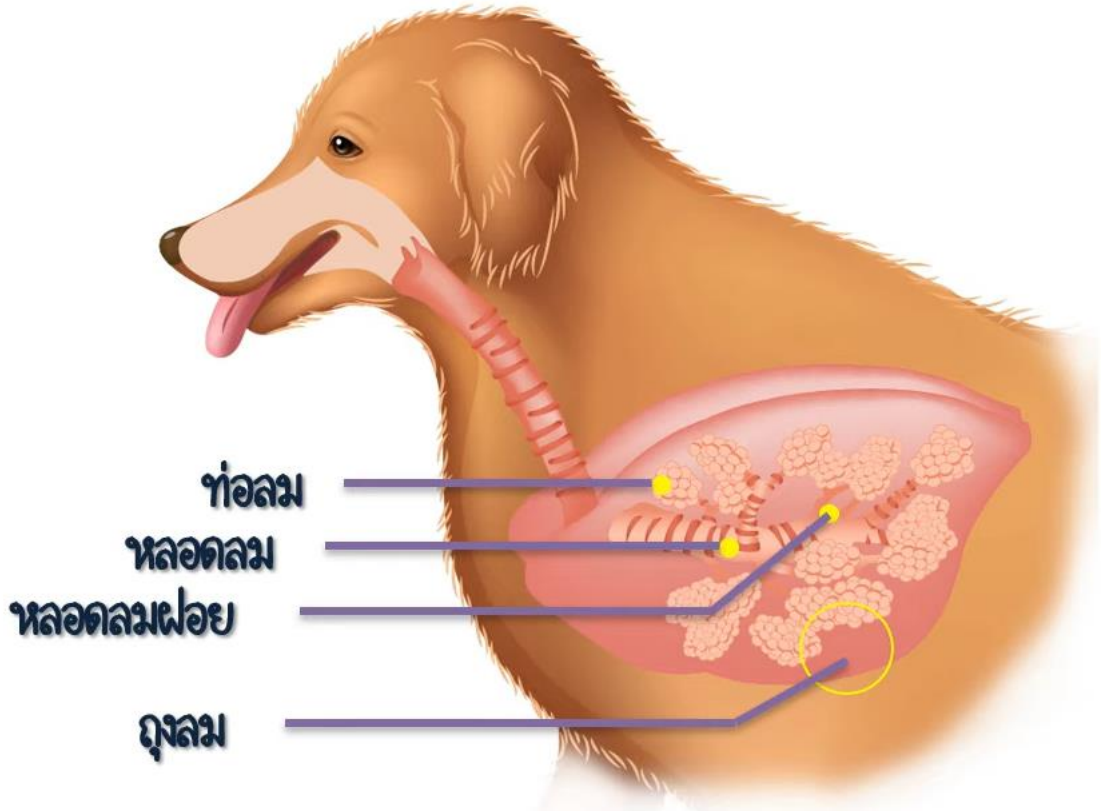


นกต้องกายใจถึงสองรอบ (เข้า-ออก-เข้า-ออก) เพื่อให้อากาศเคลื่อนที่ได้อย่างครบวงจร

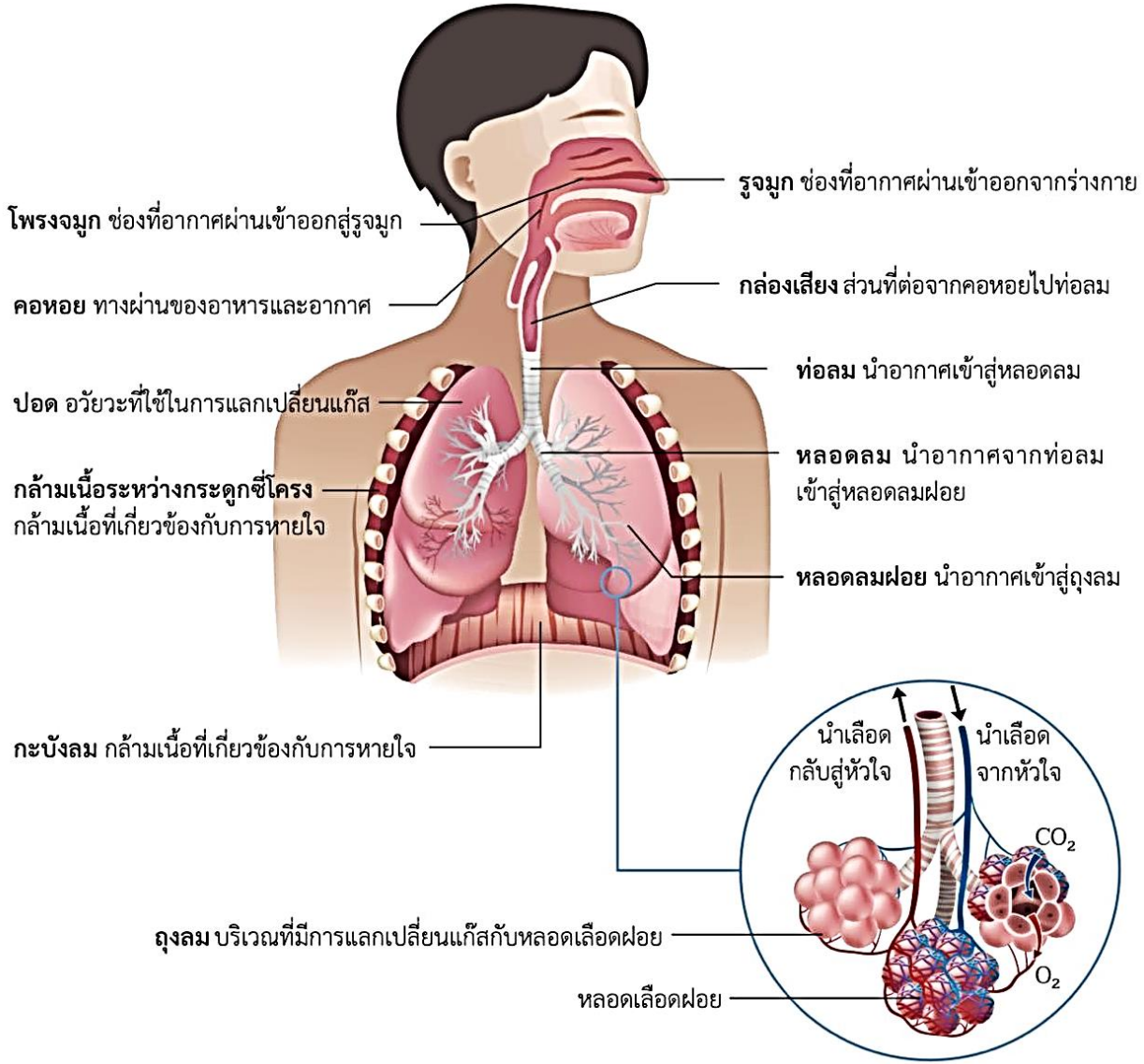
ระบบหายใจ

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมรวมทั้งมนุษย์มีปอดเป็นอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและมีระบบหมุนเวียนเลือดที่ช่วยในการลำเลียงแก๊ส
- โดยนำอากาศเข้าและออกผ่านทางท่อลม หลอดลม หลอดลมฝอย สู่ปอด



ระบบหายใจ

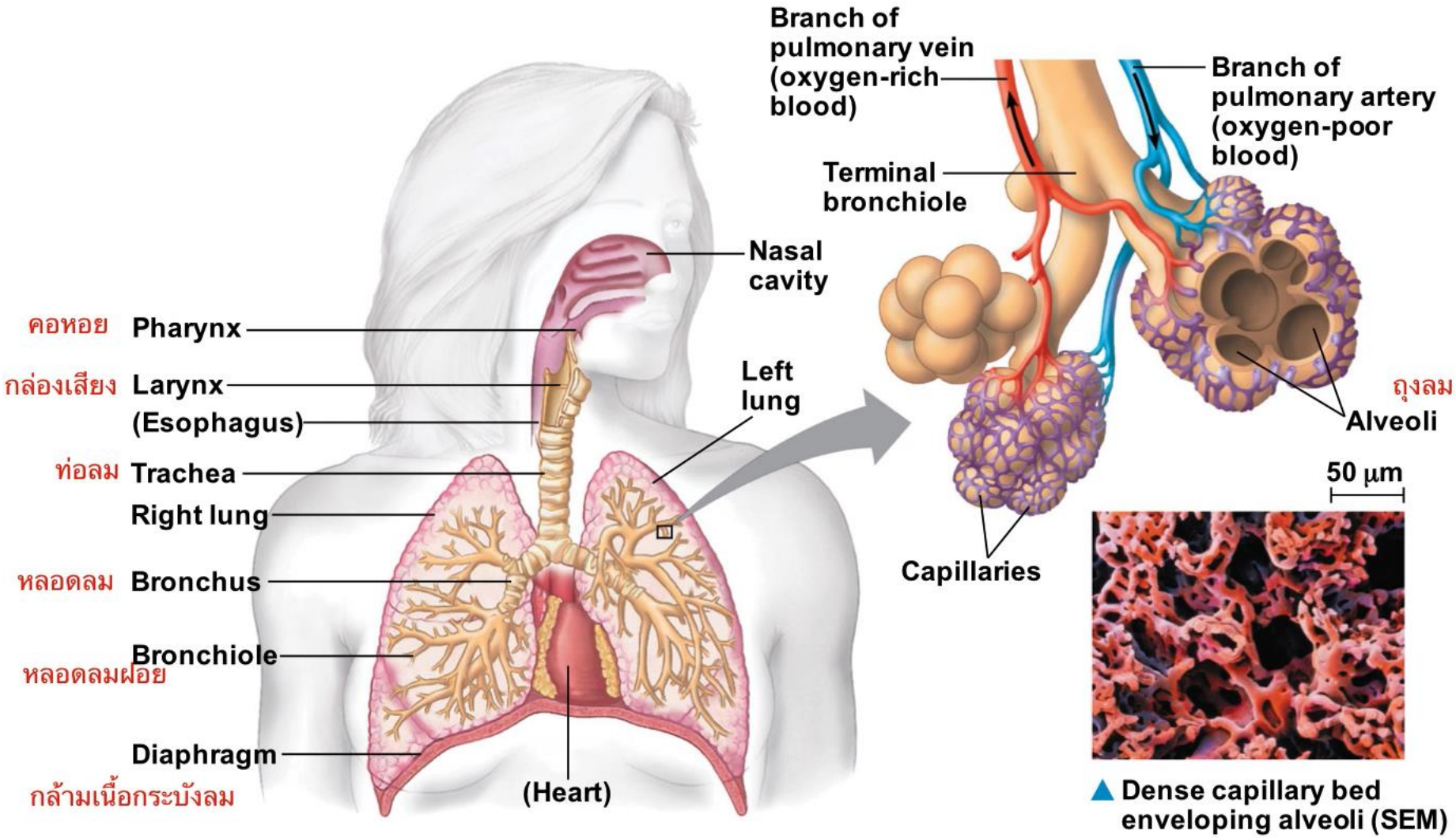


2. - ถุงลมในปอดของมนุษย์เหมือนหรือแตกต่างจากถุงลมของนกอย่างไร

3. - โครงสร้างของถุงลมและหลอดเลือดฝอยมีลักษณะเหมาะสมกับการแลกเปลี่ยนแก๊สอย่างไร

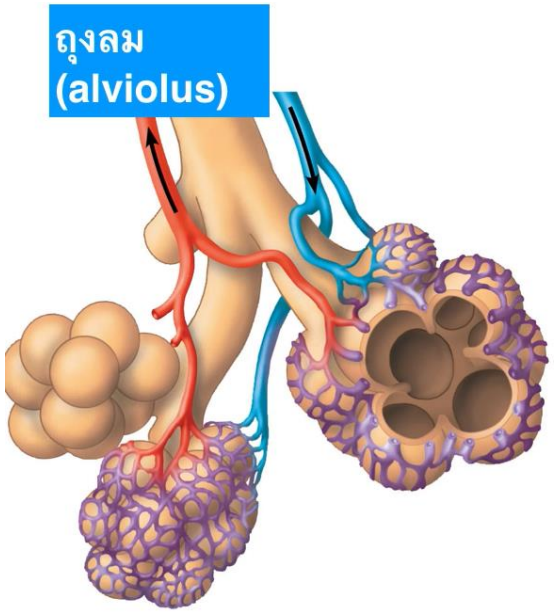
4. - เมื่อมีมลพิทางอากาศ เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ทางเดินหายใจ จะส่งผลต่อทางเดินหายใจอย่างไร และร่างกายมีกระบวนการป้องกันอย่างไร

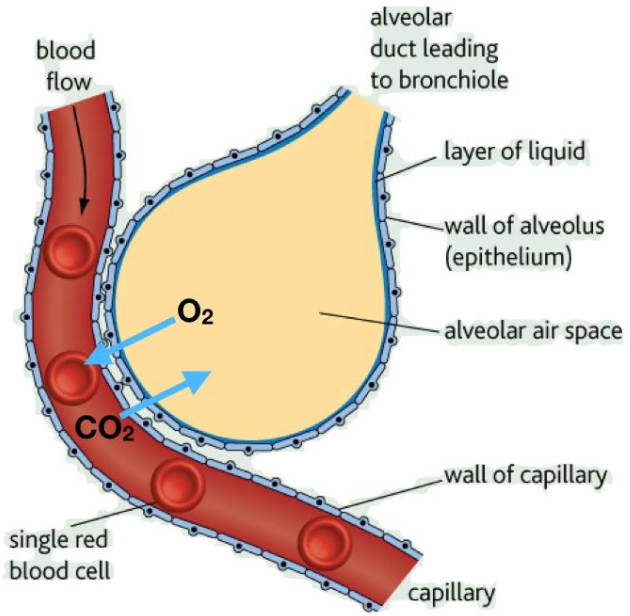
ระบบหายใจ


Branch of pulmonary vein (oxygen-rich blood)
Branch of pulmonary artery (oxygen-poor blood)
Terminal bronchiole
Nasal cavity
คอหอย Pharynx
กล่องเสียง Larynx
(Esophagus)
ท่อลม Trachea
Right lung
Left lung
หลอดลม Bronchus
Bronchiole
หลอดลมฝอย
Diaphragm
กล้ามเนื้อกระบังลม
(Heart)
ถุงลม
Alveoli
50 µm
Capillaries
Dense capillary bed enveloping alveoli (SEM)
© 2011 Pearson Education, Inc.

ระบบหายใจ

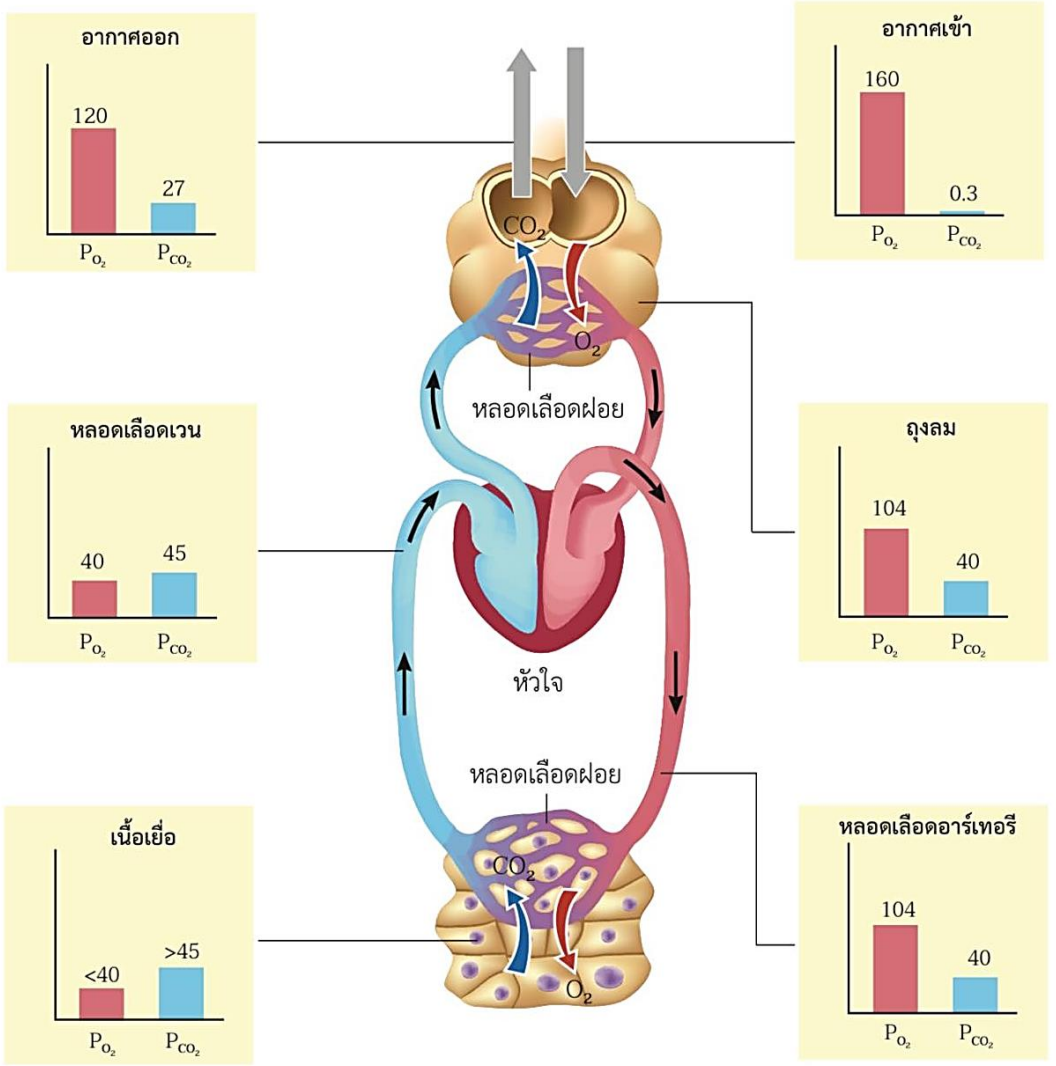
ถุงลมมีผนังบางมาก มีความชื้นสูง และมีร่างแหของหลอดเลือดฝอยห่อหุ้มอยู่โดยรอบ ภายในปอดมีถุงลมประมาณ 300 ล้านถุง แต่ละถุงมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.25 มิลลิเมตร ทำให้พื้นที่ผิวโดยรวมของถุงลมในปอดมีปริมาณมากเหมาะกับการแลกเปลี่ยนแก๊ส





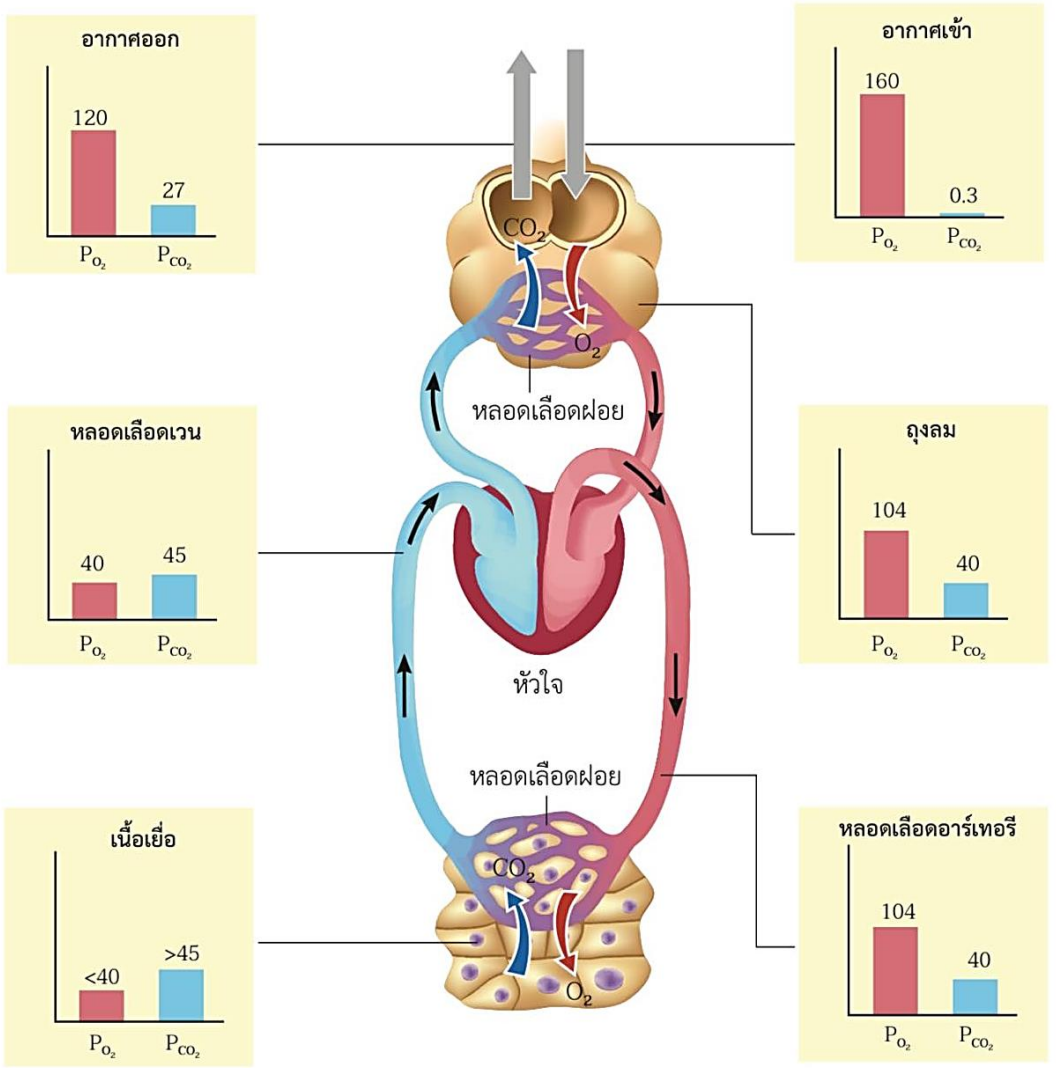
ระบบหายใจ

- การแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์เกิดขึ้นบริเวณปอด ระหว่าง ถุงลมกับหลอดเลือดฝอย และบริเวณเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ กับหลอดเลือดฝอย
- อากาศที่หายใจเข้ามีความดันย่อยของ O_2 ประมาณ 160 mmHg ซึ่ง O_2 จากถุงลมจะแพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอยรอบ ๆ ถุงลม ทำให้เลือดมีความดันย่อยของ O_2 เพิ่มขึ้นจาก 40 mmHg เป็น 104 mmHg



ระบบหายใจ

- จากนั้น O_2 จะลำเลียงและแพร่จากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ในร่างกาย ส่วน CO_2 จะแพร่ในทิศทางตรงข้ามจากเนื้อเยื่อเข้าสู่หลอดเลือด เพื่อลำเลียงไปยังปอดและแพร่จากหลอดเลือดฝอยรอบถุงลมเข้าสู่ถุงลม

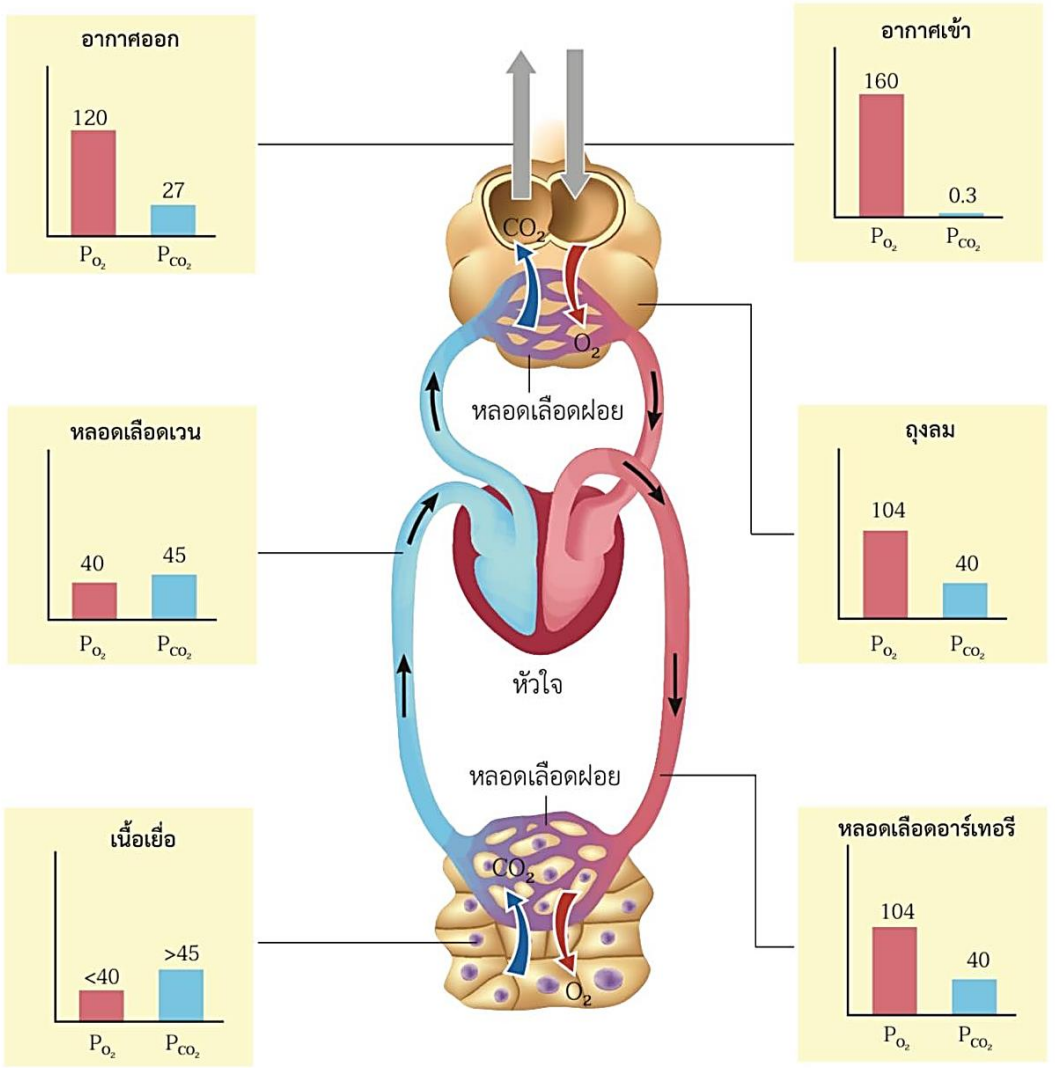


ระบบหายใจ

5. - บริเวณใดของร่างกายมีความดันย่อยของ O_2 สูงที่สุดและต่ำที่สุด

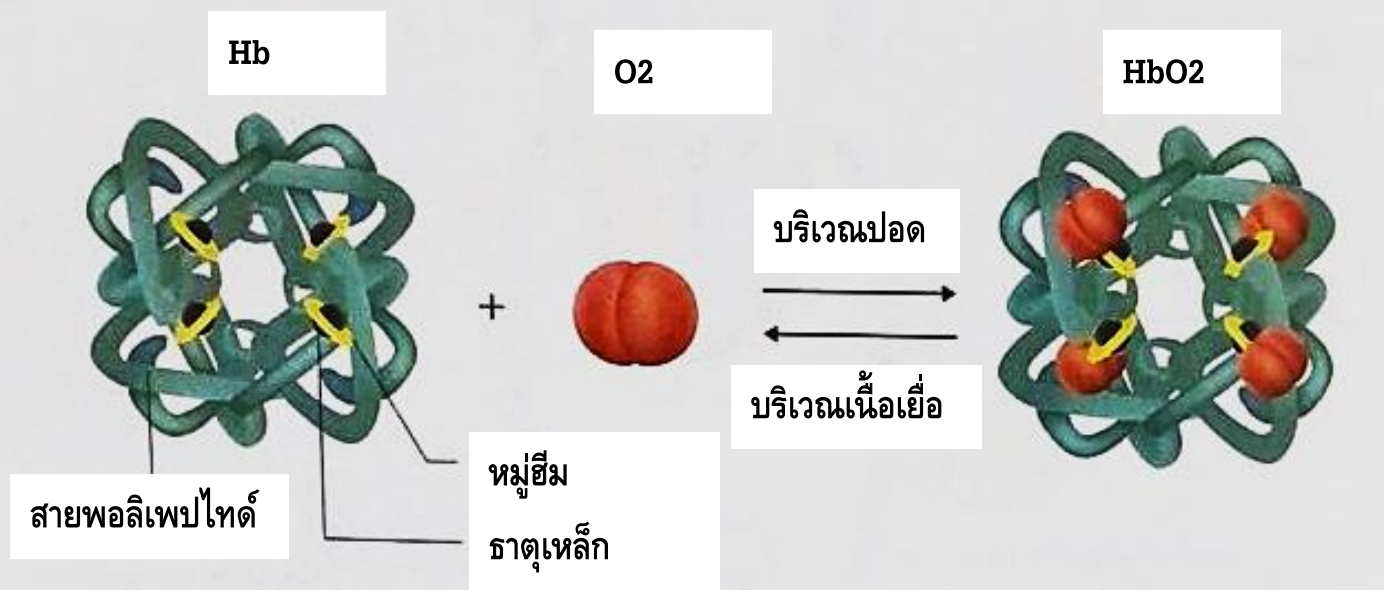
6. - บริเวณใดของร่างกายมีความดันย่อยของ CO_2 สูงที่สุดและต่ำที่สุด เพราะเหตุใด

7. - เซลล์ของเนื้อเยื่อปอดต้องการ O_2 หรือไม่ เพราะเหตุใด



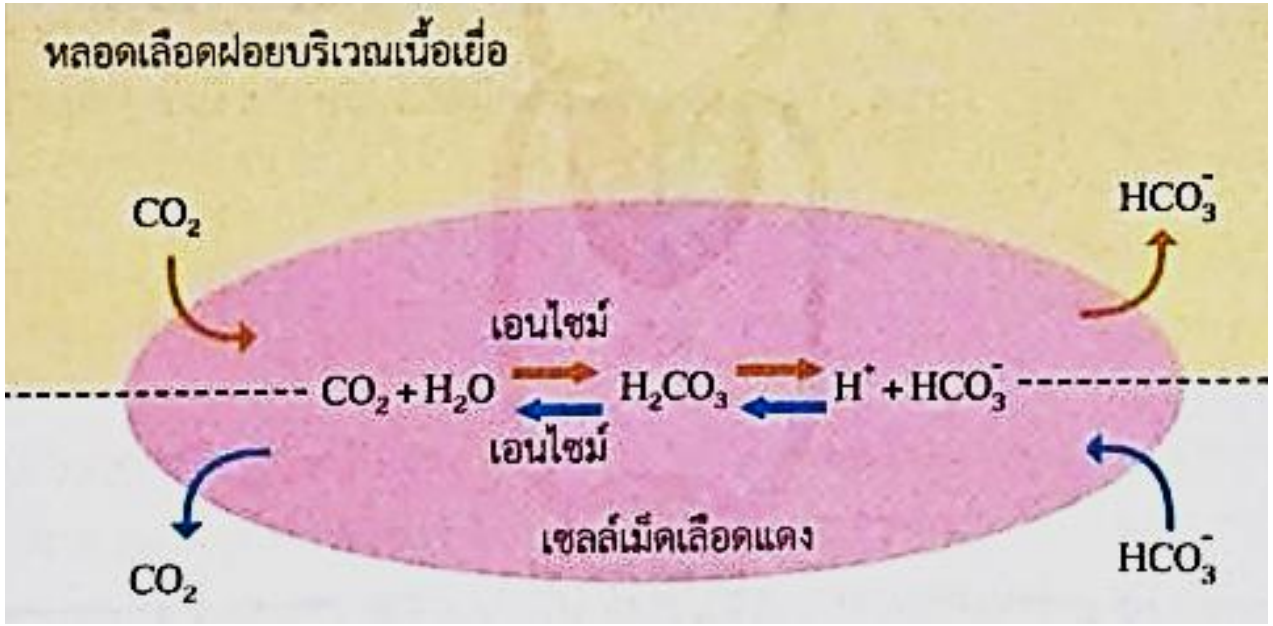
ระบบหายใจ

- การลำเลียง O_2 อาศัยระบบหมุนเวียนเลือด
- เมื่อ O_2 แพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอยรอบถุงลมจะจับกับฮีโมโกลบิน (hemoglobin; Hb)ในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่บริเวณหมู่ฮีม (heme group) กลายเป็นออกซีฮีโมโกลบิน (oxyhemoglobin: HbO_2) ซึ่งมีสีแดงสด
- เลือดที่มีออกซีโมโกลบินนี้จะลำเลียงเข้าสู่หัวใจและสูบฉีดไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย
- จากนั้นที่บริเวณเนื้อเยื่อ ออกซีฮีโมโกลบินจะปล่อย O_2 ซึ่งจะแพร่เข้าสู่เซลล์ของเนื้อเยื่อ



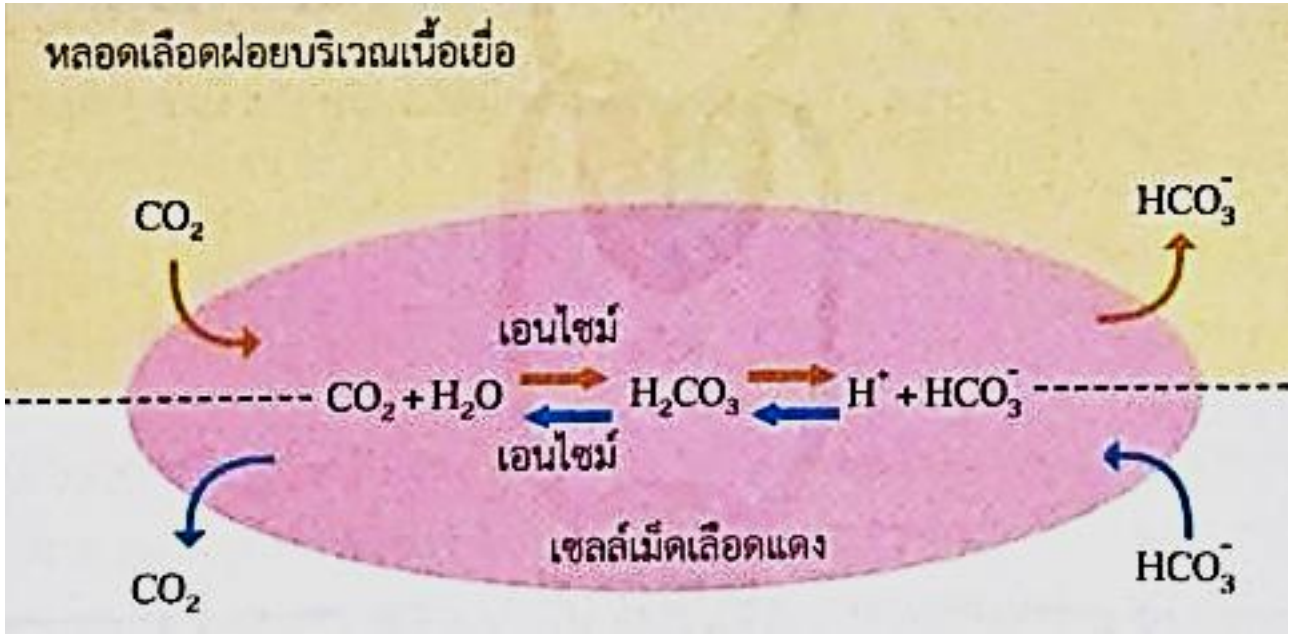
ระบบหายใจ

- CO_2 ที่เกิดจากการหายใจระดับเซลล์จะแพร่ออกจากเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเข้าสู่หลอดเลือดฝอยเพื่อลำเลียงไปยังถุงลมในปอด
- CO_2 ส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับน้ำในเซลล์เม็ดเลือดแดงเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) โดยมีเอนไซม์คาร์บอนิกแอนไฮเดรส (carbonic anhydrase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
- กรดคาร์บอนิกจะแตกตัวได้ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) และไฮโดรเจนไอออน (H+)
- ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนจะถูกลำเลียงเข้าสู่พลาสมาโดยวิธีการแพร่แบบฟาซิลิเทตจากนั้นเลือดจะลำเลียงไปยังหัวใจแล้วไปยังปอด

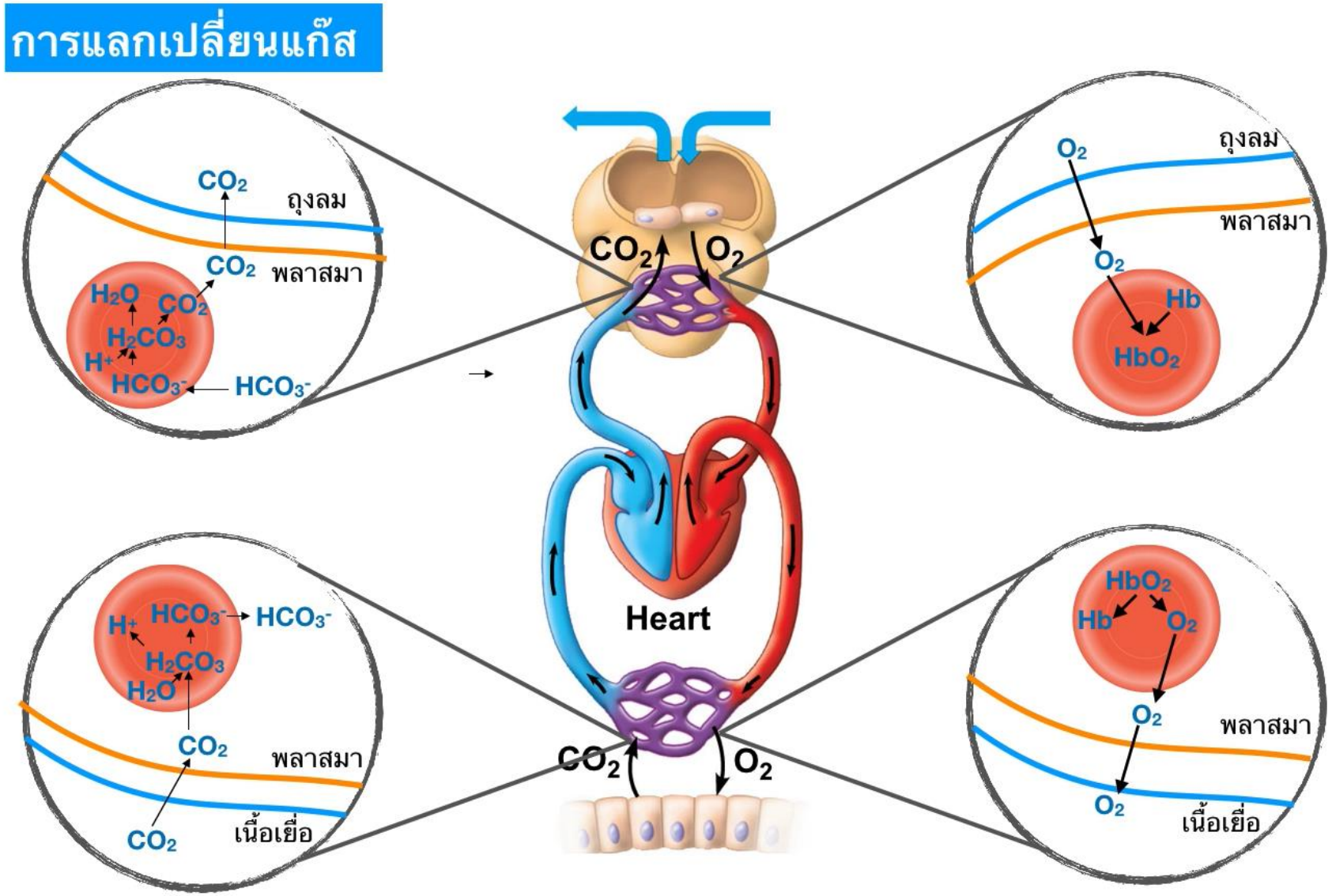


ระบบหายใจ

- ที่บริเวณหลอดเลือดฝอยรอบถุงลมในเซลล์เม็ดเลือดแดง ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนจะรวมตัวกับไฮโดรเจนไอออนเป็นกรดคาร์บอนิก แล้วแตกตัวเป็น CO_2 และน้ำ โดยมีคาร์บอนิกแอนไฮเดรสตัวเร่ง
- ปฏิกิริยาเช่นนี้เป็นผลให้ความดันย่อยของ CO_2 ในหลอดเลือดฝอยสูงกว่าในถุงลม การแพร่ของ CO_2 จากหลอดเลือดฝอยสู่ถุงลมเพื่อกำจัด CO_2 ออกจากร่างกาย



ระบบหายใจ


การแลกเปลี่ยนแก๊ส
CO_2
ถุงลม
CO_2
พลาสมา
H_2O
CO_2
H_2CO_3
H^+
HCO_3^-
HCO_3^-
CO_2
O_2
Heart
O_2
ถุงลม
พลาสมา
O_2
Hb
HbO_2
H^+
HCO_3^-
HCO_3^-
H_2CO_3
H_2O
CO_2
พลาสมา
CO_2
เนื้อเยื่อ
CO_2
O_2
HbO_2
Hb
O_2
O_2
พลาสมา
O_2
เนื้อเยื่อ

ระบบหายใจ

การลำเลียงออกซิเจน

$$O_2 + Hb \rightleftharpoons HbO_2$$

Hemoglobin *Oxyhemoglobin*

การลำเลียงคาร์บอนไดออกไซด์

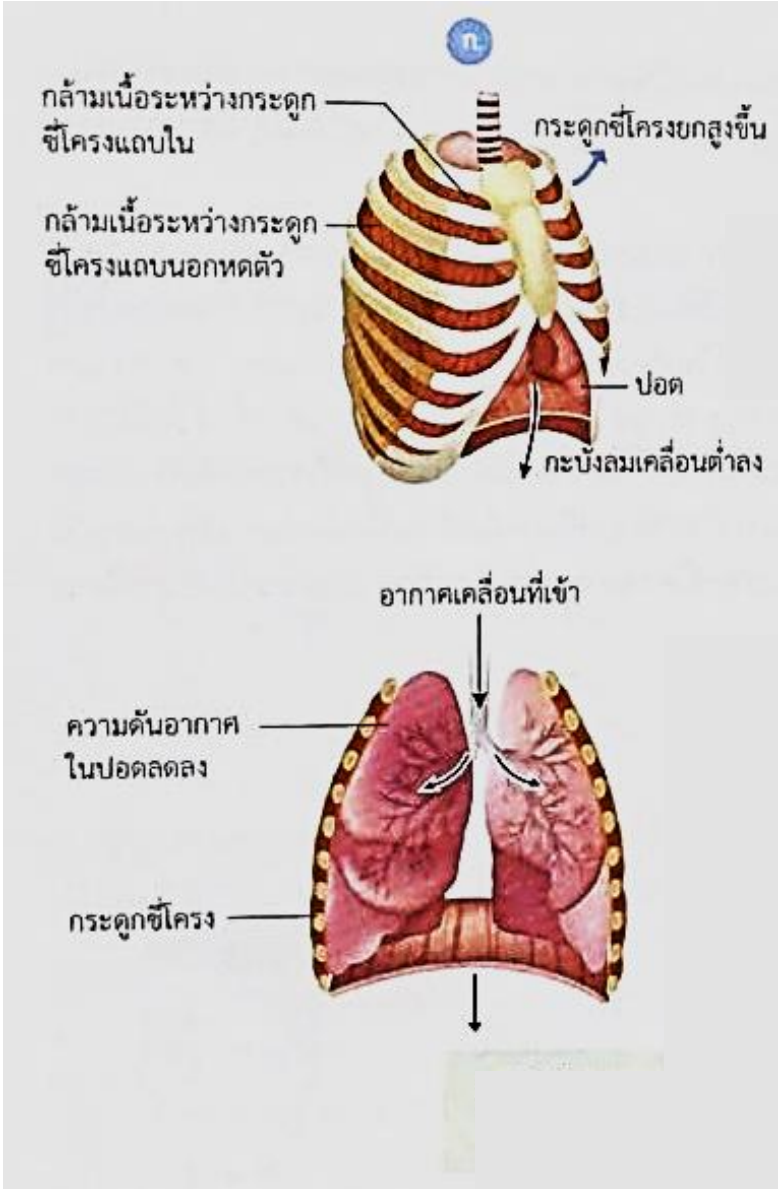
$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

Carbonic acid *Carbonate ion*

ระบบหายใจ

การหายใจเข้า

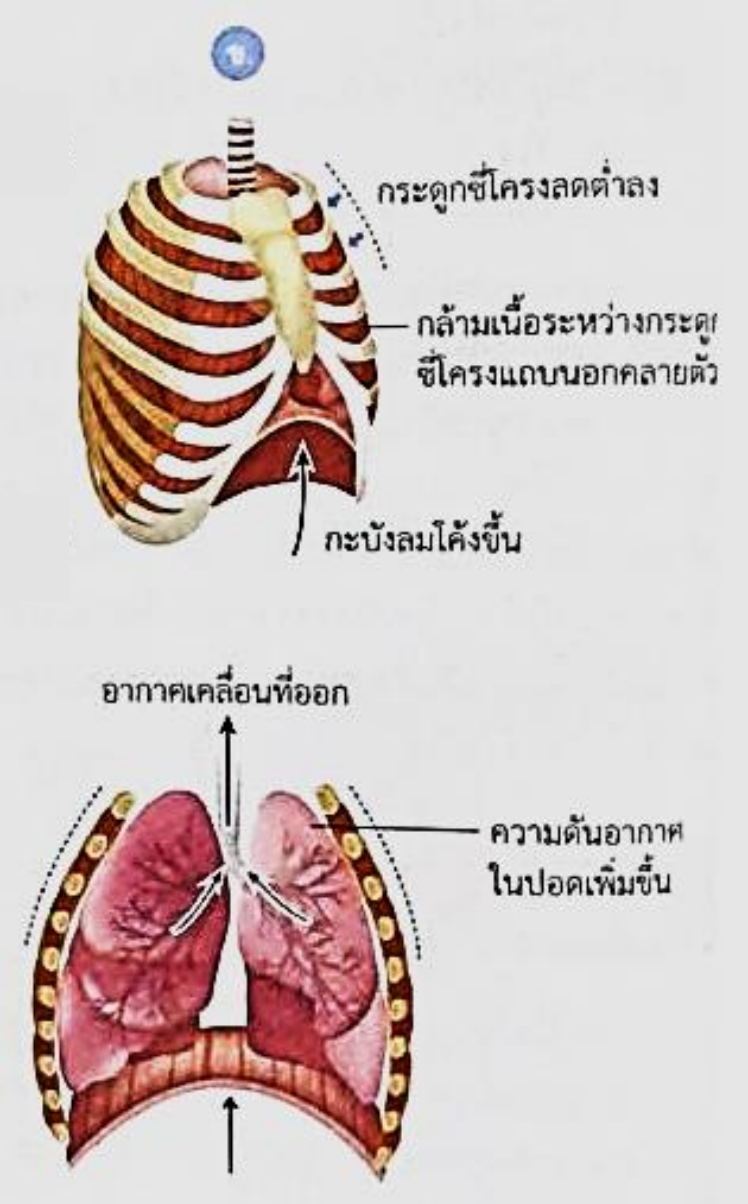
- กล้ามเนื้อกะบังลมหดตัว และเคลื่อนต่ำลง
- กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอกหดตัวทำให้กระดูกซี่โครงยกสูงขึ้น
- ปริมาตรในช่องอกเพิ่มขึ้น
- ความดันอากาศภายในปอดลดลง
- อากาศภายนอกจะเคลื่อนเข้าสู่ปอด ทำให้เกิดการหายใจเข้า



ระบบหายใจ

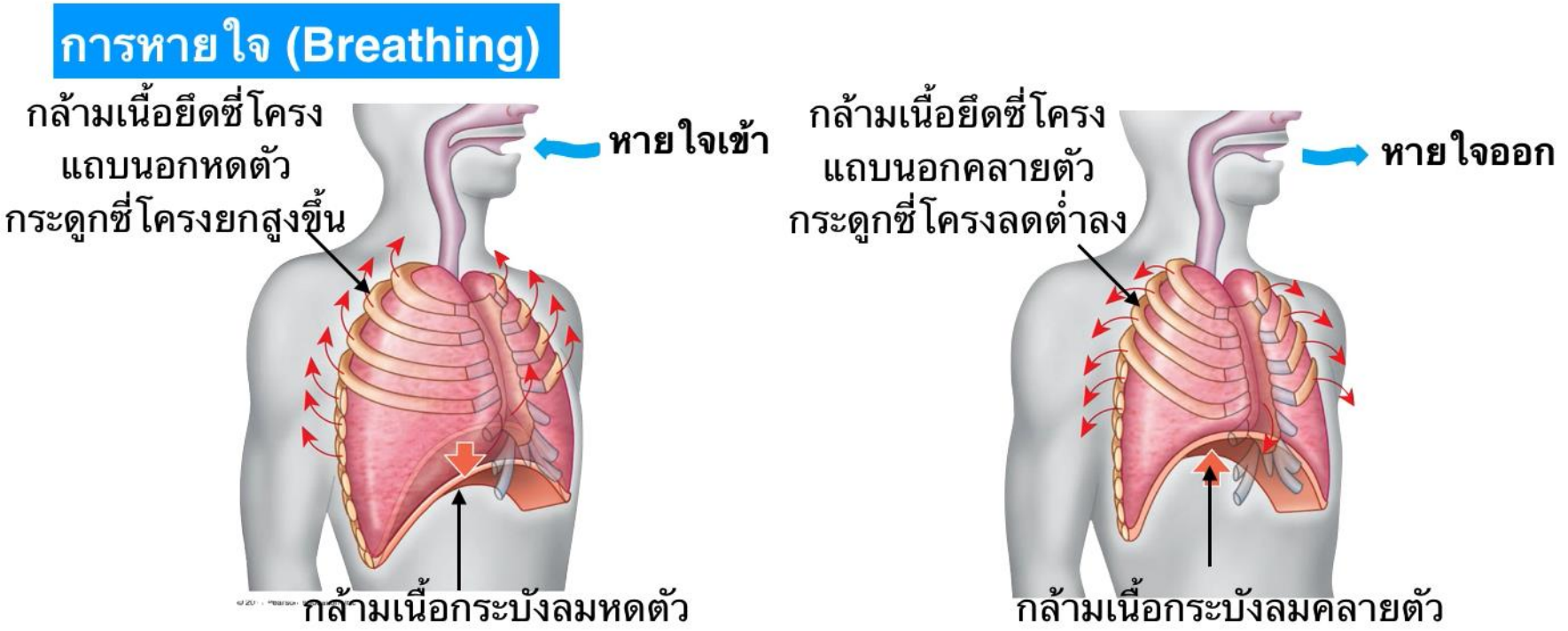
การหายใจออก

- กล้ามเนื้อกะบังลมคลายตัว แล้วจะโค้งขึ้น
- กล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอกคลายตัว ทำให้กระดูกซี่โครงลดต่ำลง
- ปริมาตรในช่องอกลดลง
- ความดันอากาศในปอดเพิ่มขึ้นและมากกว่าความดันอากาศภายนอก
- อากาศจะเคลื่อนออกจากปอดสู่ภายนอก ทำให้เกิดการหายใจออก

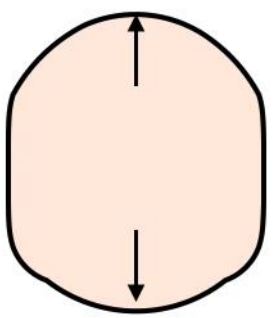


ระบบหายใจ

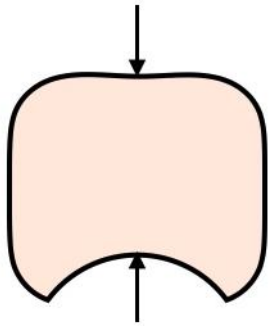
การหายใจ (Breathing)



- ปริมาตรช่องอกเพิ่ม
- ความดันในช่องอกลดต่ำลงกว่าอากาศภายนอก
- อากาศไหลเข้าปอด

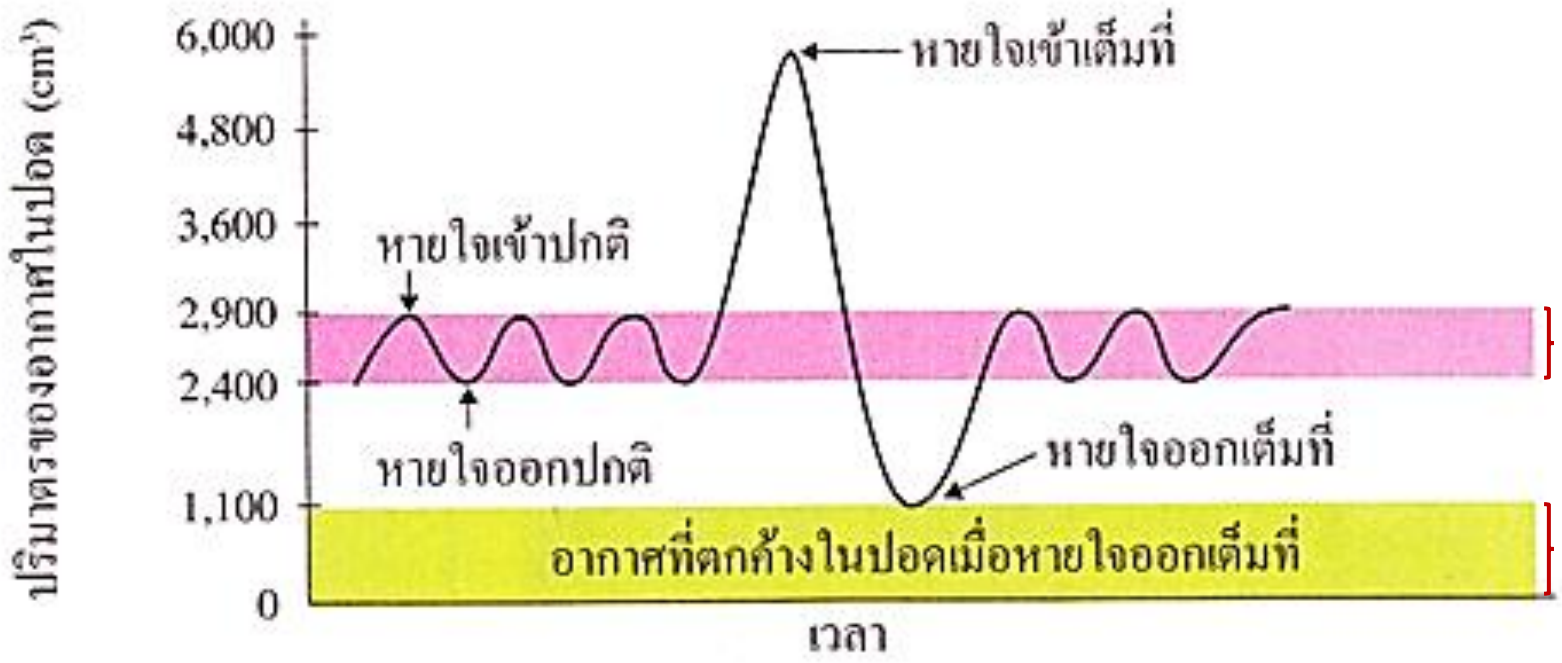


เมื่ออุณหภูมิคงที่
ความดัน (P) จะแปรผกผันกับปริมาตร (V)



- ปริมาตรช่องอกลด
- ความดันในช่องอกเพิ่มสูงกว่าอากาศภายนอก
- อากาศไหลออกจากปอด

ระบบหายใจ



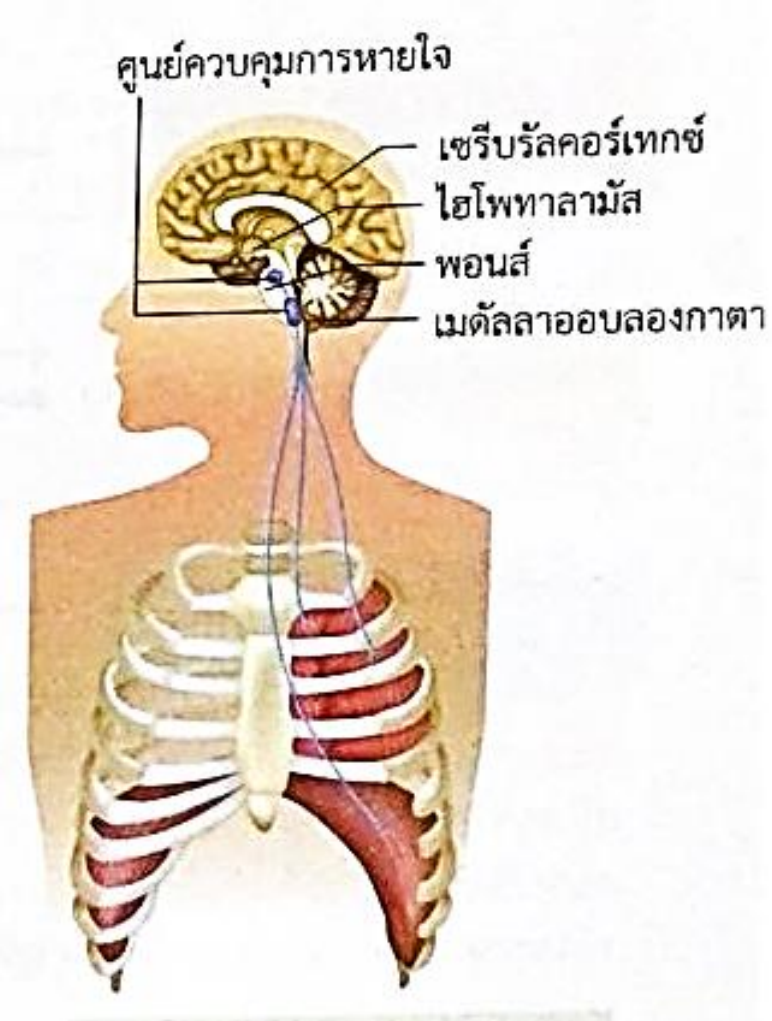
ปริมาตรอากาศในการหายใจเข้าออกแต่ละครั้ง ประมาณ 500 cm3

แม้จะมีการหายใจออกเต็มที่ แต่ก็ยังมีอากาศหลงเหลืออยู่ในปอด

ภาพที่ 1 - 12 ปริมาตรของอากาศในปอดขณะหายใจเข้า – ออก ปกติ และขณะหายใจเข้า – ออกเต็มที่การแลกเปลี่ยนแก๊สในร่างกาย

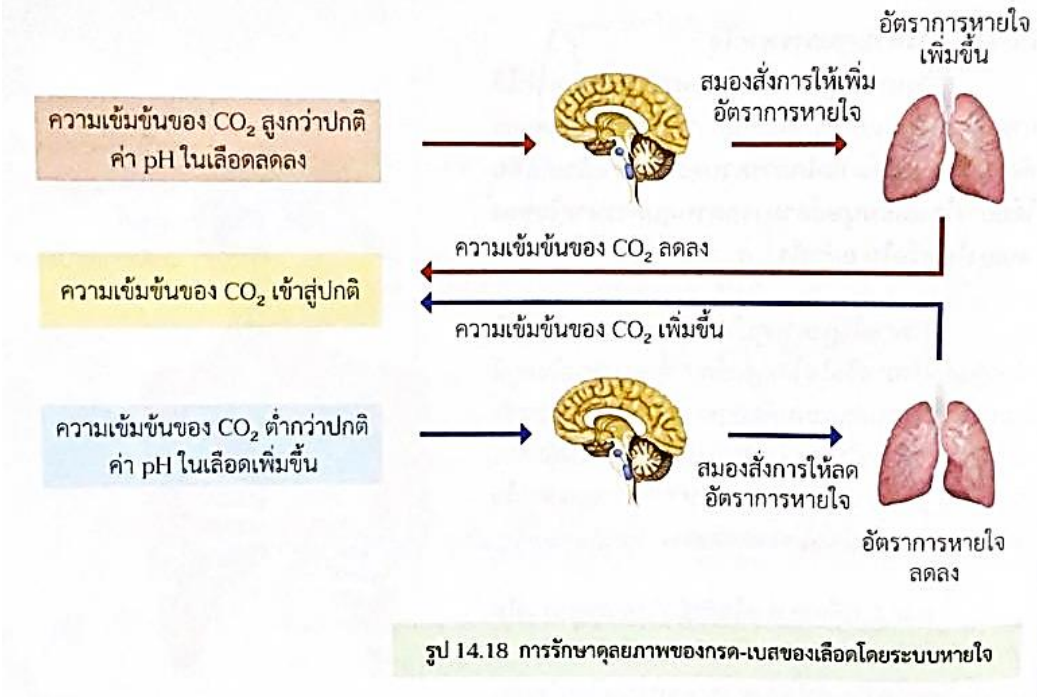
ระบบหายใจ

- การหายใจถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนวัติซึ่งอยู่นอกอำนาจจิตใจ โดยศูนย์ควบคุมการหายใจอยู่ที่สมองส่วนพอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา ที่จะส่งสัญญาณประสาทไปกระตุ้นกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ ทำให้เกิดการหายใจเข้าและหายใจออกเป็นจังหวะสม่ำเสมอตลอดเวลา
- นอกจากนี้การหายใจยังมีการควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ โดยสมองส่วนหน้าบริเวณเซรีบรัลคอร์เทกซ์และไฮโพทาลามัส ทำให้สามารถควบคุมหรือปรับการหายใจให้เหมาะสมกับพฤติกรรมต่างๆ เช่น การพูด การร้องเพลง
- การว่ายน้ำ การหายใจยาวและลึก และการกลั้นหายใจ



การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสโดยระบบหายใจ

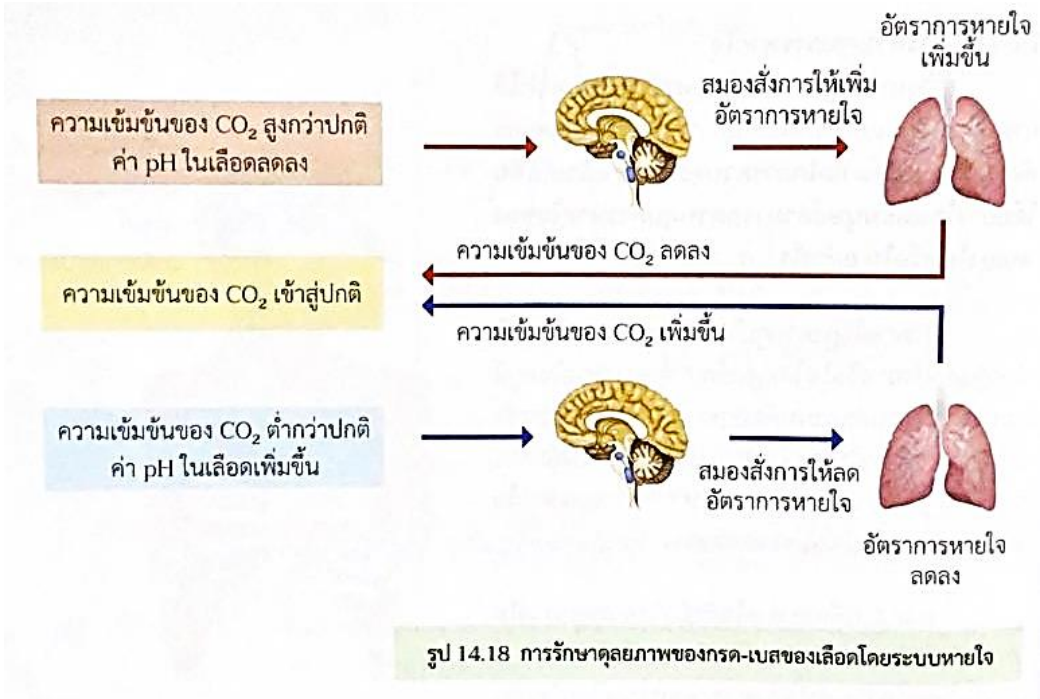
- ความเป็นกรด-เบสของเลือดมีผลต่ออัตราการหายใจของมนุษย์ เมื่อร่างกายทำกิจกรรมต่าง ๆ จะมี CO_2 เกิดขึ้นและมีไฮโดรเจนไอออนสะสมในเลือดตลอดเวลา ส่งผลให้ความเป็นกรด-เบสของเลือดเปลี่ยนแปลงไป ทำให้มีผลต่อการทำงานของเซลล์ได้ ร่างกายมีการควบคุมความเป็นกรด-เบสในเลือดโดยการหายใจออกเพื่อขับ CO_2 ซึ่งเป็นการรักษาดุลยภาพของร่างกาย



รูป 14.18 การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยระบบหายใจ

การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสโดยระบบหายใจ

- ถ้ามีปริมาณ CO_2 หรือไฮโดรเจนไอออนที่สะสมในเลือดมากจะส่งผลให้เลือดมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจที่สมอง ส่งผลให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเพื่อขับ CO_2 ออกจากปอดเร็วขึ้น ทำให้ความเป็นกรด-เบสในเลือดเข้าสู่ภาวะสมดุล เช่น การหายใจเร็วและลึกหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก รวมทั้งไฮโดรเจนไอออนสามารถไปรวมกับสารอินทรีย์อื่น ๆ ในร่างกายเป็นการควบคุมดุลยภาพของร่างกายส่วนหนึ่ง

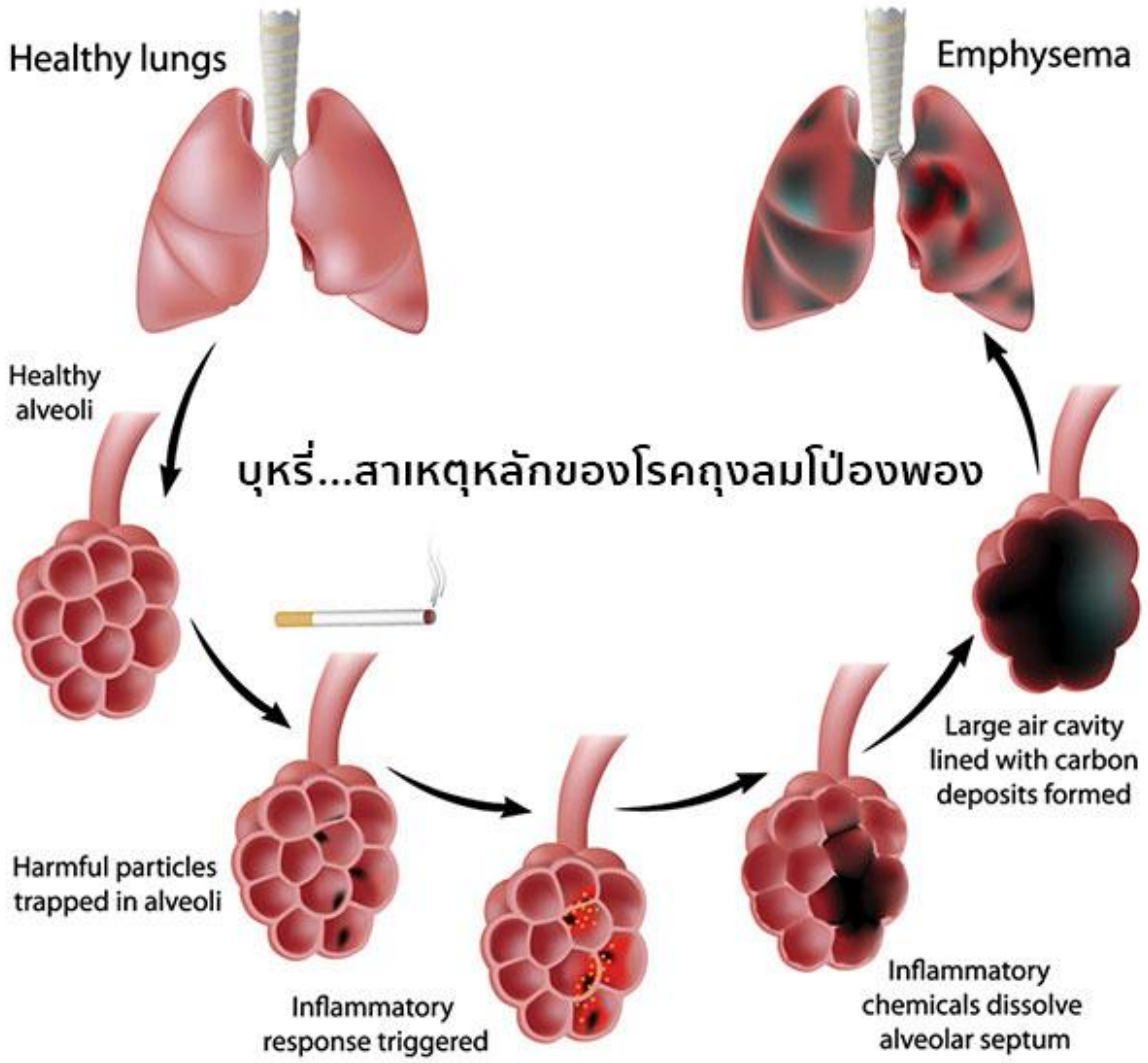


รูป 14.18 การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยระบบหายใจ

โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

โรคถุงลมโป่งพอง (Emphysema)

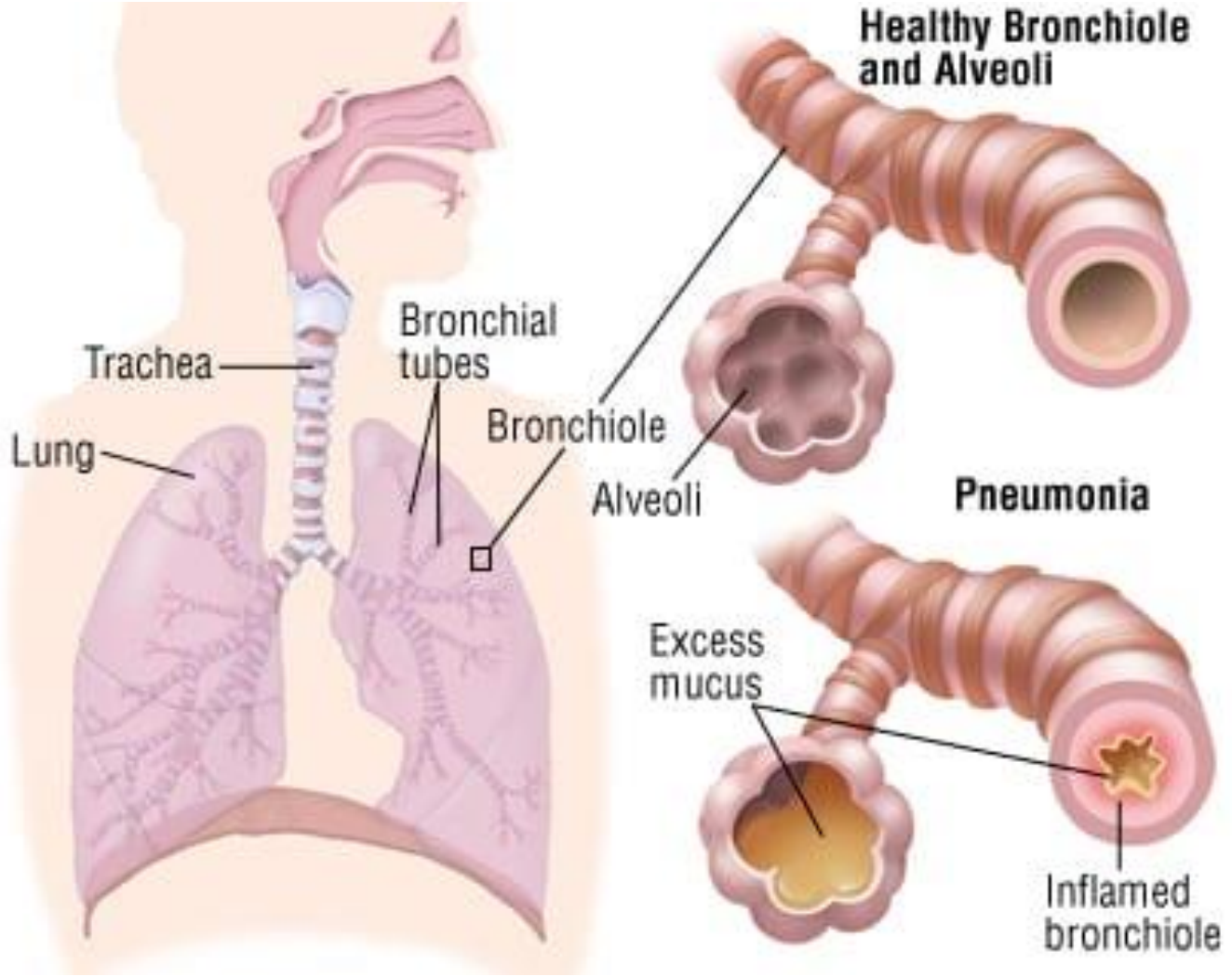
- เกิดจากการสูดอากาศที่เป็นพิษ เช่น บุหรี่ ควันจากท่อไอเสีย ฝุ่นละออง
- ผนังของถุงลมขาดทะลุถึงกันกลายเป็นถุงเดียวที่มีขนาดโตขึ้น ทำให้พื้นที่ผิวลดลง ผู้ป่วยจึงหายใจหอบ เหนื่อย เนื่องจากได้รับแก๊สออกซิเจนไม่เพียงพอ



โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

โรคปอดบวม (Pneumonia)

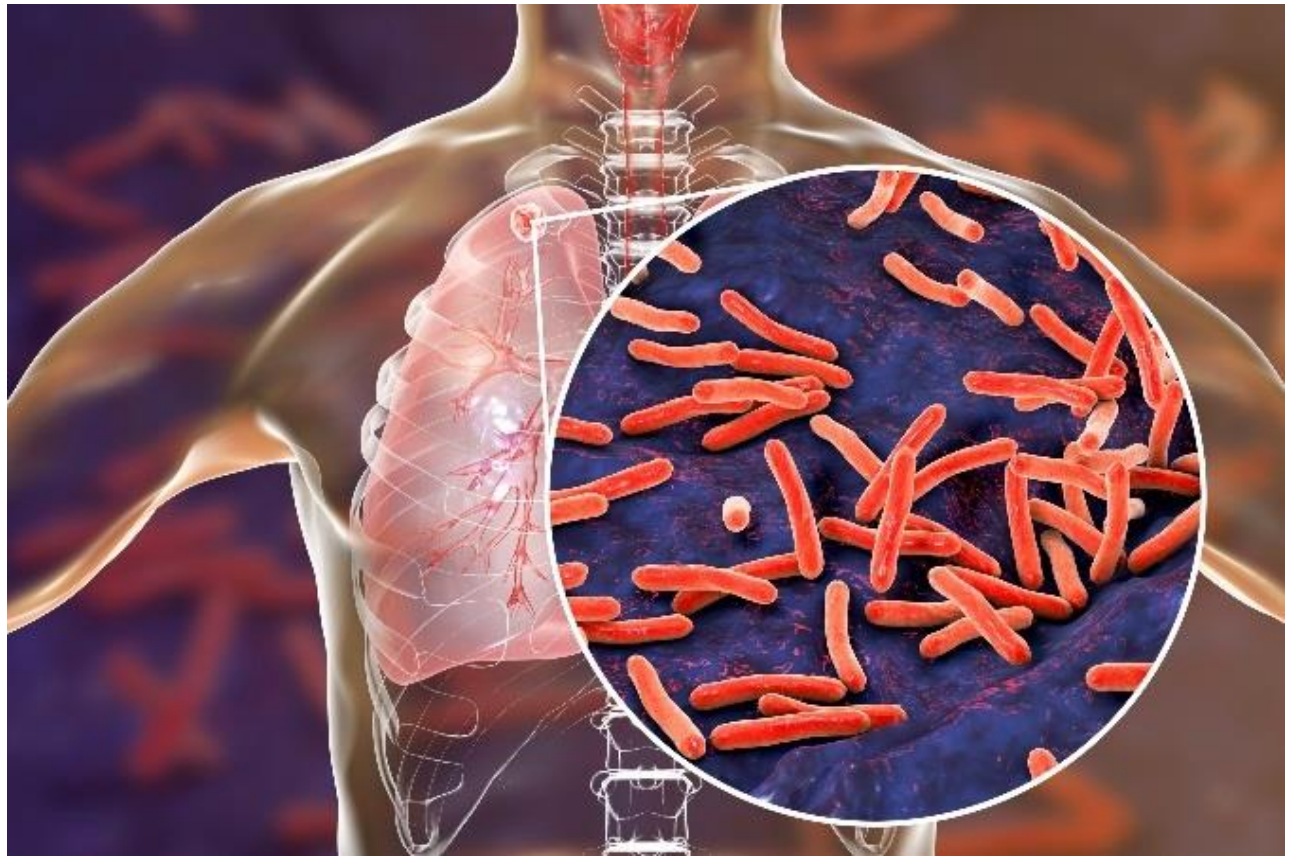
- เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา หรือไวรัส
- เมื่อติดเชื้อจะทำให้เกิดการอักเสบ มีเมือกที่บริเวณหลอดลมและถุงลม ทำให้พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง



โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

โรควัณโรค (Tuberculosis)

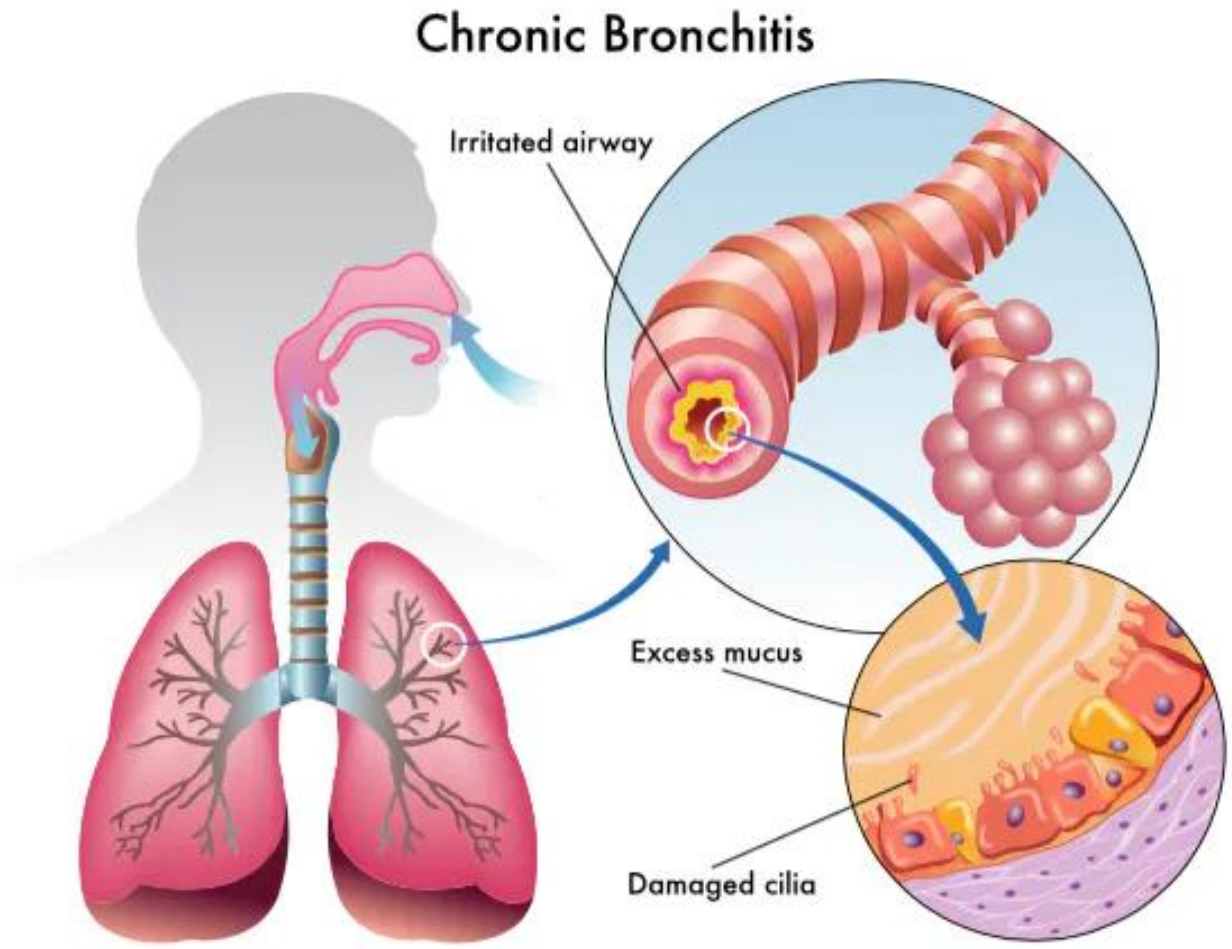
- เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย ***Mycobacterium tuberculosis*** ทำให้เกิดการอักเสบบริเวณปอดเรื้อรัง โดยโรคนี้สามารถติดต่อสู่ผู้อื่นผ่านทางละอองเสมหะจากการไอ จาม



โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

โรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis)

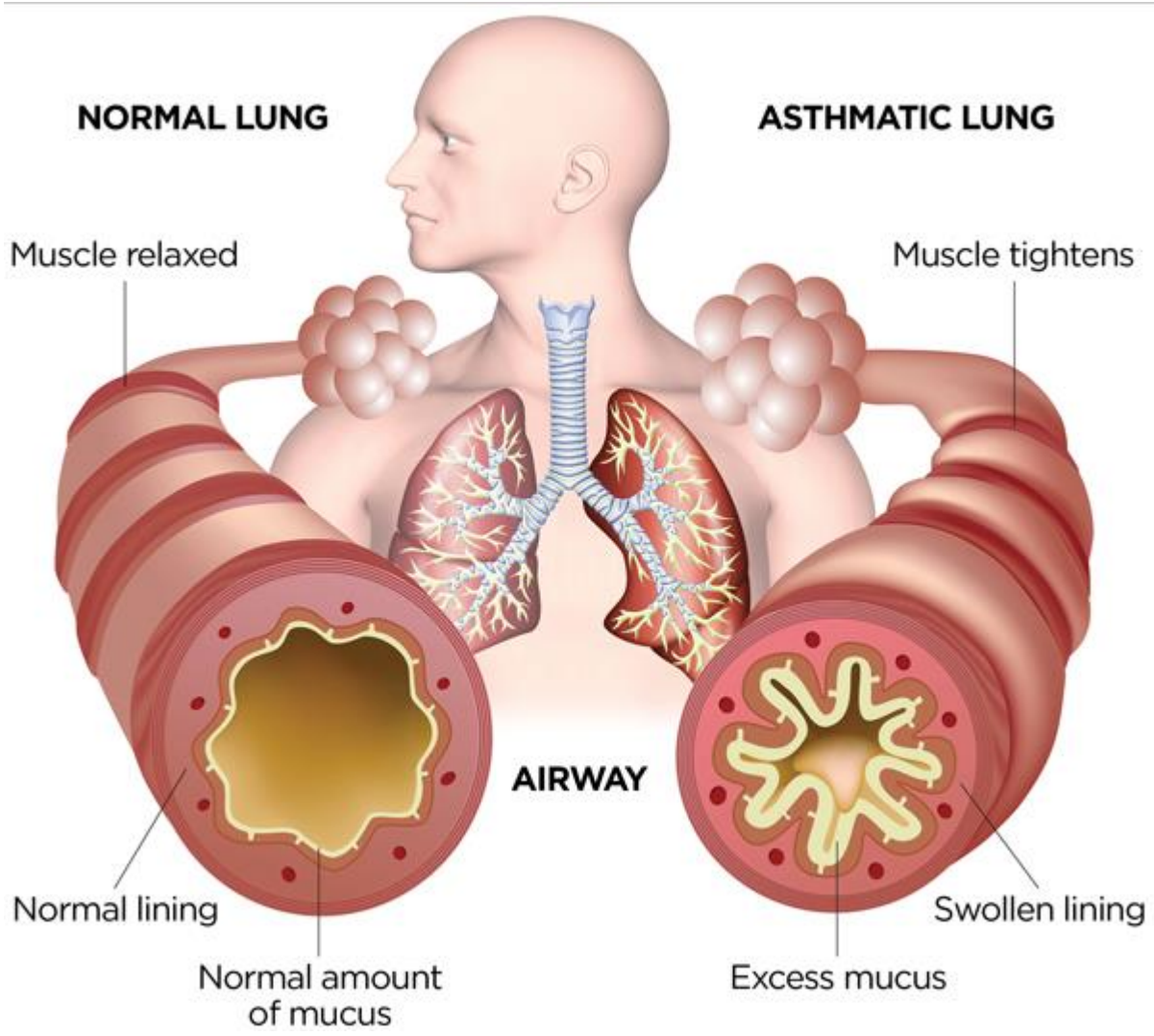
- เกิดจากการอักเสบของเยื่อบุหลอดลม มีเสมหะในหลอดลม ทำให้ผู้ป่วยมีอาการไอ มีเสมหะ และหายใจไม่สะดวก



โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

โรคหอบหืด (Asthma)

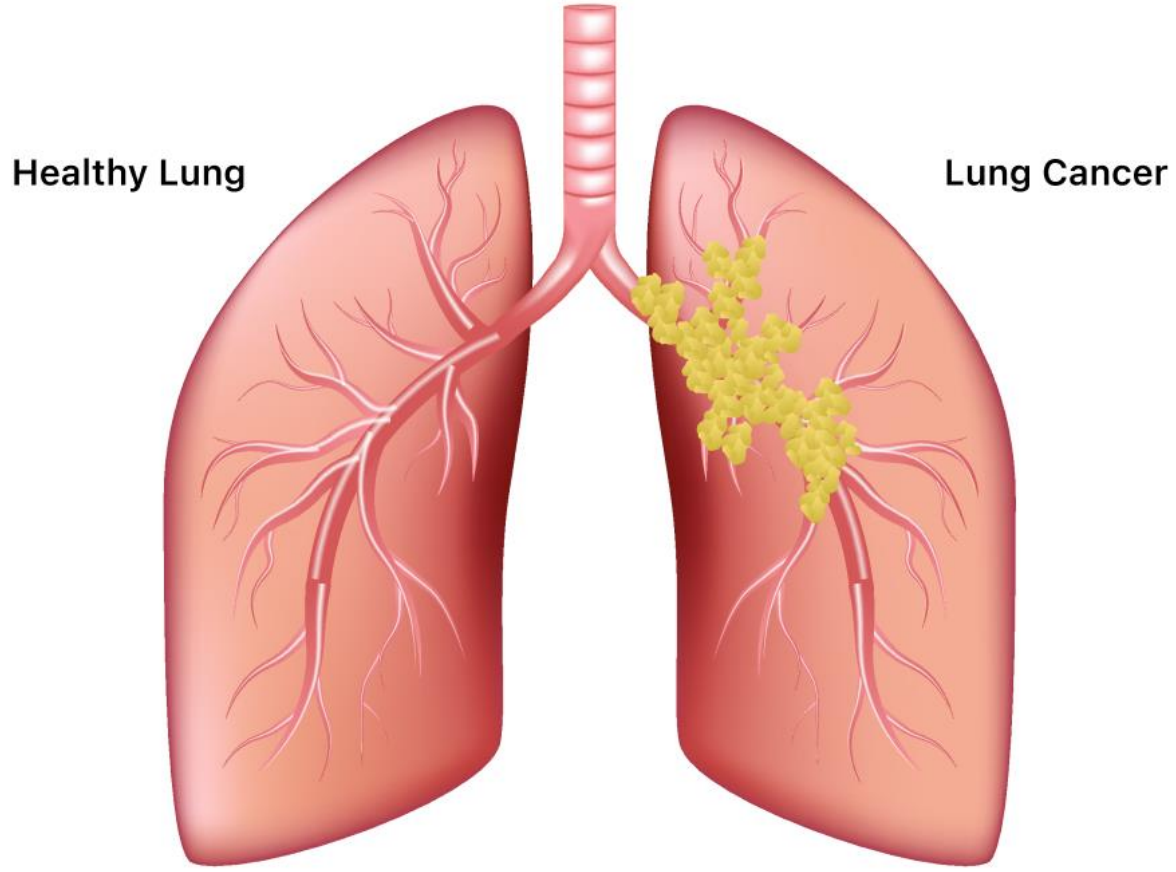
เกิดจากการอักเสบเรื้อรังของหลอดลม ผู้ป่วยมีความไวต่อสิ่งกระตุ้น เช่น เรณู ฝุ่น และสารเคมี ทำให้ทางเดินหายใจมีการระคายเคือง กล้ามเนื้อบริเวณหลอดลมเกิดการหดตัว เป็นเหตุให้หลอดลมตีบกว่าปกติ ผู้ป่วยจะหายใจไม่สะดวก เกิดอาการหอบหืดได้



โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

โรคมะเร็งปอด (Lung cancer)

เกิดจากการแบ่งเซลล์ของปอดที่ผิดปกติ เกิดเป็นเนื้องอกชนิดร้ายกระจายภายในปอด ส่งผลต่อการทำงานของปอด ผู้ป่วยมีอาการไอเรื้อรัง แน่นหน้าอก เหนื่อยง่าย ซึ่งผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดมากกว่า 85% เป็นผู้ที่เคยมีประวัติสูบบุหรี่หรือสูดดมควันพิษเป็นระยะเวลานาน



ตรวจสอบความเข้าใจ

8. การแลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย และไส้เดือนดินเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
9. โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของแมลงสัมพันธ์กับโครงสร้างของร่างกายอย่างไร
10. โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของปลามีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอย่างไร
11. ถ้าการไหลของน้ำและการไหลของเลือดในเหงือกปลามีทิศทางเดียวกัน การแลกเปลี่ยนแก๊ส O_2 จะแตกต่างจากการไหลที่มีทิศทางสวนทางกันอย่างไร
12. โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของกบมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอย่างไร
13. โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของนกมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอย่างไร
14. ทากเปลือยที่อาศัยในน้ำและแพนด้าที่อาศัยบนบกมีโครงสร้างและกระบวนการในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
15. ถ้าร่างกายได้รับ CO_2 มากจะส่งผลต่อความเป็นกรด-เบสของเลือดอย่างไร

ตรวจสอบความเข้าใจ

16. การที่กระดูกซี่โครงยกสูงขึ้นหรือลดต่ำลงสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศในปอดอย่างไร
17. ในขณะที่นอนหลับมีการควบคุมการหายใจแบบใด
18. เพราะเหตุใดมนุษย์ไม่สามารถกลั้นหายใจจนเสียชีวิตได้
19. เพราะเหตุใด ในขณะที่ผู้ป่วยโรคถุงลมโป่งพองออกกำลังกายอย่างหนัก ร่างกายอาจได้รับ O_2 ไม่เพียงพอ
20. การสูบบุหรี่มีผลเสียต่อร่างกายอย่างไร ประเทศไทยมีนโยบายในการลดการสูบบุหรี่อย่างไรบ้าง
21. การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอส่งผลดีต่อระบบหายใจอย่างไร

สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน

1. สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างร่างกายต่างกันและอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน จะมีโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สแตกต่างกัน
   - การแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงพบในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา พารามีเซียม และสัตว์ที่ไม่มีระบบหมุนเวียนเลือด เช่น ฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย
   - ไส้เดือนดินแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเซลล์บริเวณผิวหนังที่เปียกชื้น
   - แมลงแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางท่อลมซึ่งแตกแขนงเป็นท่อลมฝอย
   - ปลาเป็นสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ละลายอยู่ในน้ำผ่านเหงือก
   - สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกแลกเปลี่ยนแก๊สโดยใช้เหงือกในระยะตัวอ่อนใช้ผิวหนังและปอดในระยะตัวเต็มวัย
   - สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมใช้ปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
2. ลักษณะสำคัญของโครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊ส คือ มีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊สมาก ผนังบาง และเปียกชื้น

สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน

3. ทางเดินหายใจของมนุษย์ประกอบด้วยรูมูกโพรงจมูก คอหอย กล่องเสียง ท่อลม หลอดลม หลอดลมฝอย และถุงลมในปอด

4. ในมนุษย์การแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดขึ้นบริเวณถุงลมในปอดกับหลอดเลือดฝอยที่ถุงลม และบริเวณซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยมีการแพร่ผ่านหลอดเลือดฝอย

5. การหายใจเข้าและการหายใจออกเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศภายในปอดโดยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงแถบนอก และควบคุมโดยสมองส่วนพอนส์และเมดัลลาออบลองกาตา

6. ร่างกายรักษาดุลยภาพความเป็นกรด-เบสของเลือดได้โดยระบบหายใจ

7. ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจ เช่น โรคถุงลมโป่งพอง โรคปอดบวม โรควัณโรคโรคมะเร็งปอด โรคหอบหืด โรคหลอดลมอักเสบ