Chapter 22
الباب الثاني والعشرون

Gas Exchange
تبادل الغازات

PowerPoint Lectures for

Biology: Concepts & Connections, Sixth Edition

Campbell, Reece, Taylor, Simon, and Dickey

Lecture by Richard L. Myers

Translated by Nabih A. Baeshen

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

MECHANISMS OF GAS EXCHANGE

آليات تبادل الغازات

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

22.1 Overview: Gas exchange in an animal with lungs involves breathing, transport of gases, and exchange of gases with tissue cells

مراجعة شاملة: تبادل الغازات في الحيوانات ذات الرئة يتضمن التنفس , نقل الغازات, وتبادلها مع خلايا الانسجة

- Three phases of gas exchange

  مراحل تبادل الغازات

  - Breathing
  - التنفس
  - Transport of oxygen and carbon dioxide in blood
  - نقل الاكسجين و ثاني اكسد الكربون في الدم
  - Body tissues take up oxygen and release carbon dioxide
  - امتصاص انسجة الجسم للأكسجين و التخلص من ثاني اكسد الكربون
- Cellular respiration requires a continuous supply of oxygen and the disposal of carbon dioxide

يتطلب التنفس الخلوي تزويد مستمر بالأكسجين والتخلص من ثاني اكسد الكربون

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

22.2 Animals exchange O_2 and CO_2 across moist body surfaces

تتبادل الحيوانات الاكسجين وثاني اكسيد الكربون عبر السطوح الرطبة للجسم

- Respiratory surfaces must be thin and moist for diffusion of O_2 and CO_2
  - ينبغي للسطوح التنفسية ان تكون رقيقة ورطبة لانتشار الاكسجين وثاني اكسيد الكربون عبرها
- Earthworms and other animals use their skin for gas exchange
  - تستخدم ديدان الارض وبعض الحيوانات الاخرى الجلد للقيام بعملية تبادل الغازات
- Most animals have specialized body parts that promote gas exchange
  - تمتلك معظم الحيوانات اجزاء متخصصة بالجسم تقوم بعملية تبادل الغازات
    - **Gills** in fish and amphibians — **الخياشيم** في الاسماك و البرمائيات
    - **Tracheal systems** in arthropods — **اجهزة القصبات الهوائية** في مفصليات الارجل
    - **Lungs** in tetrapods that live on land — **الرئتين** في رباعيات الارجل التي تعيش على اليابسة

Amphibians	**البرمائيات**	Reptiles	**الزواحف**
Birds	**الطيور**	Mammals	**الثديات**

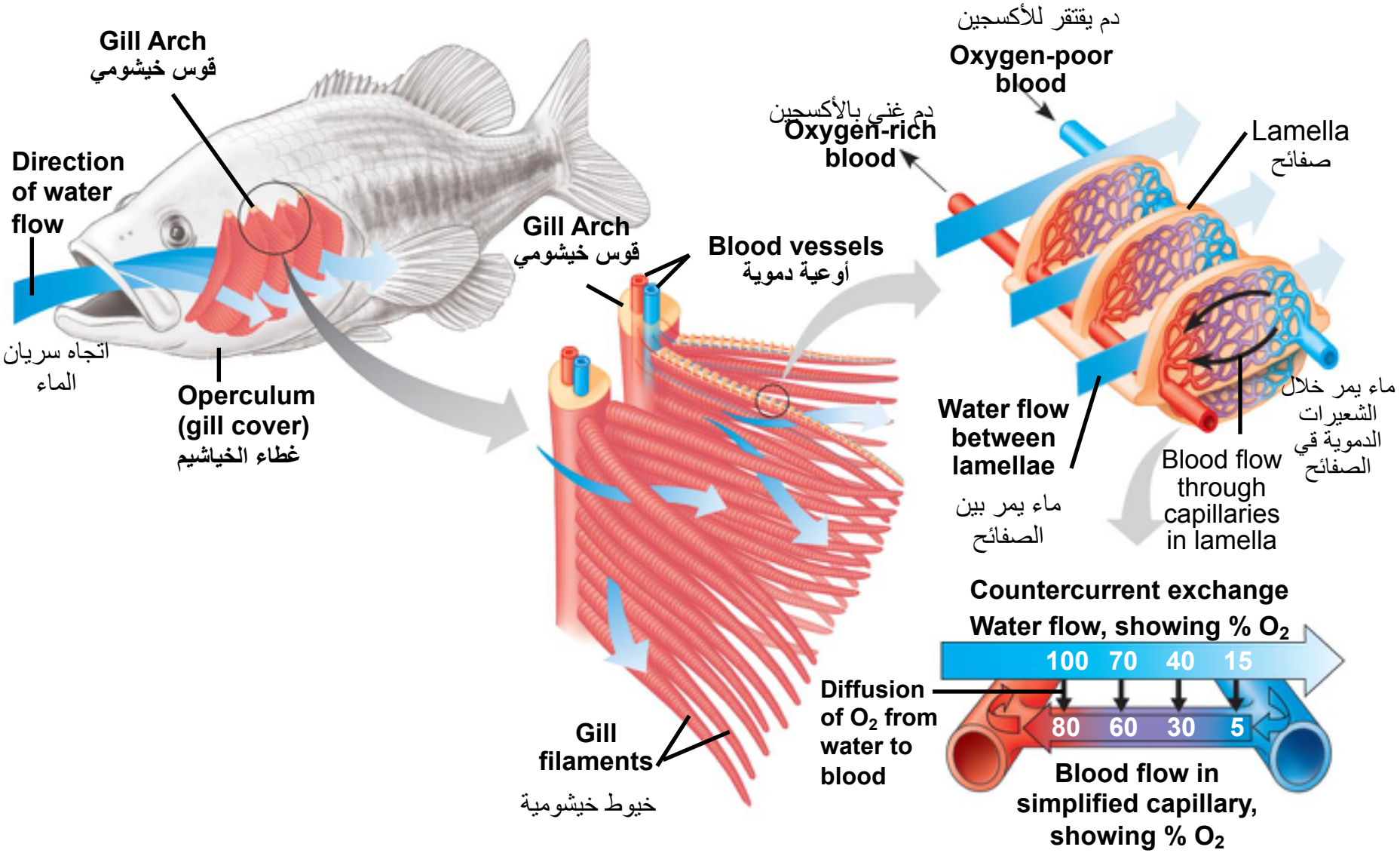
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

22.3 Gills are adapted for gas exchange in aquatic environments

الخياشيم متكيفة لتبادل الغازات في البيئات المائية

- **Gills** الخياشيم
  - Are extensions of the body تمددات لسطح الجسم
  - Increase surface to volume ratio تزيد من نسبة السطح الى الحجم
  - Increase surface area for gas exchange تزيد مساحة سطح تبادل الغازات
    - Oxygen absorbed **امتصاص الاكسجين**
    - Carbon dioxide released **طرد ثاني اكسد الكربون**
- **In a fish, gas exchange is enhanced by**
- **يعزز تبادل الغازات في الاسماك بالتالي:**
  - Ventilation of the gills (moving water past the gills)
    - تهوية الخياشيم (تحريك الماء بعيدا عن الخياشيم)
  - Countercurrent flow of water and blood
    - تدفق التيار المعاكس من الماء و الدم

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

The structure of fish gills

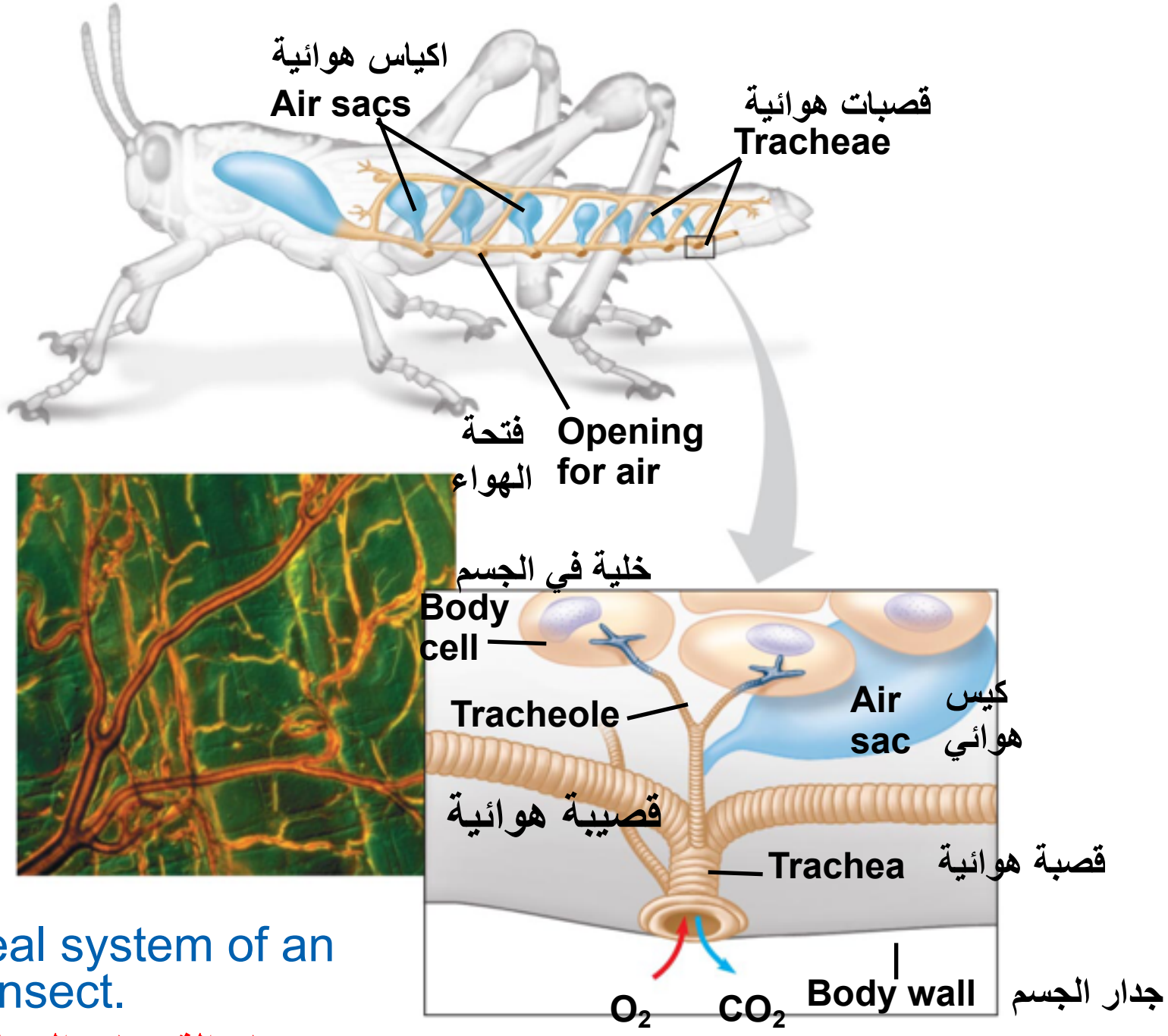
تركيب خياشيم السمك

22.4 The tracheal system of insects provides direct exchange between the air and body cells

يوفر جهاز القصبات في الحشرات تبادل مباشر بين الهواء و خلايا الجسم

- Compared to water, using air to breathe has two big advantages
  - مقارنة بالماء , استخدام الهواء للتنفس له فائدتين عظيمتين
    - Air contains higher concentrations of O2 يحتوي الماء على تركيزات اكبر من الاكسجين
    - Air is lighter and easier to move الهواء اخف وأسهل في الحركة
- Air-breathing animals lose water through their respiratory surfaces
  - تفقد الحيوانات التي تتنفس الهواء الماء من خلال سطوح اجسامها التنفسية
- Insect tracheal systems use tiny branching tubes
  - تستخدم الاجهزة القصبية للحشرات انابيب دقيقة متفرعة
    - This reduces water loss وهذا يقلل من فقدان المياه
    - Air is piped directly to cells يضخ الهواء مباشرة الى الخلايا

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



The tracheal system of an insect.

جهاز القصبات الهوائية لحشرة

22.5 EVOLUTION CONNECTION: The evolution of lungs facilitated the movement of tetrapods onto land

رابطة تطويرية: سهولة حياة الكائنات رباعية الاطراف على اليابسة يتطلب التنفس بالرئتين

- Tetrapods seem to have evolved in shallow water
  - يبدو ان الكائنات رباعية الاطراف بدأت حياتها في المياه الضحلة
- The first tetrapods on land diverged into three major lineages
  - تفرعت رباعيات الاطراف الاوائل الى ثلاثة افرع رئيسية
    - Amphibians use small lungs and their body surfaces
      - تستخدم البرمائيات رئات صغيرة بالإضافة الى عموم سطح الجسم
    - Nonbird reptiles have lower metabolic rates and simpler lungs
      - تمتلك الزواحف غير الطائرة معدلات ايضية منخفضة و رئات بسيطة
    - Birds and mammals have higher metabolic rates and more complex lungs
      - تمتلك الطيور و الثديات معدلات ايضية عالية و رئات اكثر تعقيدا

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

22.6 In the human respiratory system, branching tubes convey air to lungs located in the chest cavity

في جهاز التنفس البشري, تنقل الانابيب المتفرعة الهواء الى الرئتين في التجويف الصدري

- In mammals, air is inhaled through the nostrils into the nasal cavity
  - في الثديات , يستنشق الهواء عبر الفتحات الانفية الى التجويف الانفي
    - Air is filtered by hairs and mucus surfaces
      - يرشح الهواء (من العوالق) عن طريق الشعر و الاسطح المخاطية
    - Air is warmed and moisturized
      - تم تدفئة وترطيب الهواء
    - Air is sampled for odors
      - يتم فرز الهواء من اجل تمييز الروائح

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

22.6 In the human respiratory system, branching tubes convey air to lungs located in the chest cavity

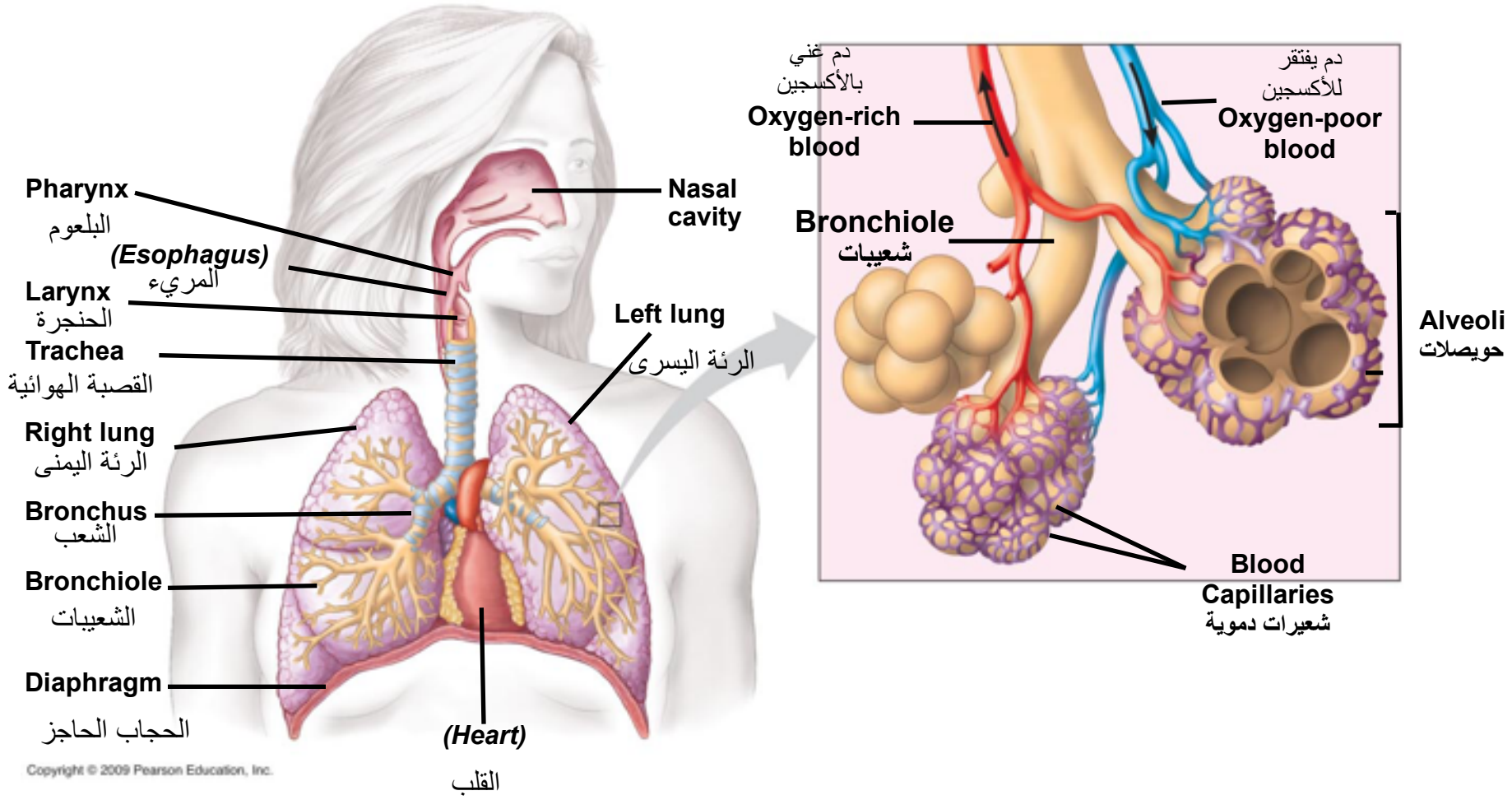
في جهاز التنفس البشري, تنقل الانابيب المتفرعة الهواء الى الرئتين في التجويف الصدري

- From the nasal cavity, air next passes
  - من التجويف الانفي، يمر الهواء بالتالي
    - To the **pharynx** الى **البلعوم**
    - Then **larynx**, past the **vocal cords** ثم الى **الحنجرة** مار **بالا حبال الصوتية**
    - Into the **trachea**, held open by cartilage rings

      ثم الى **القصبات الهوائية** التي تبقى مفتوحة بحلقات غضروفية
    - Into the paired **bronchi** الى الشعب الهوائية
    - Into **bronchioles** الى الشعيبات الهوائية
    - And finally to the **alveoli**, grapelike clusters of air sacs, where gas exchange occurs

      أخيرا الى **الحويصلات الهوائية**, التي تشبه عنقود من الاكياس الهوائية , حيث يحدث تبادل الغازات

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



The anatomy of the human respiratory system (left)

and details of the structure of alveoli (right)

تشريح الجهاز التنفسي في الانسان (الى اليسار) و تفاصيل تركيب الحويصلات الهوائية (الى اليمين)

22.6 In the human respiratory system, branching tubes convey air to lungs located in the chest cavity

في جهاز التنفس البشري, تنقل الانابيب المتفرعة الهواء الى الرئتين في التجويف الصدري

- Alveoli are well adapted for gas exchange
  - الحويصلات الهوائية عالية التكيف لعملية تبادل الغازات
    - High surface area of capillaries مساحة السطح العالية للشعيرات الدموية
    - High surface area of alveoli مساحة السطح العالية للحويصلات الهوائية
- In alveoli
  - في الحويصلات الهوائية
    - O_2 diffuses into the blood ينتشر الاكسجين الى الدم
    - CO_2 diffuses out of the blood يطرد ثاني اكسيد الكربون خارج الدم

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

22.7 CONNECTION: Smoking is a serious assault on the respiratory system

رابطة تطبيقية: التدخين خطر لعين على الجهاز التنفسي

- Mucus and cilia in the respiratory passages
- المخاط والأهداب الموجودة في الممرات التنفسية
  - Protect the lungs — تحمي الرئتين
  - Can be damaged by smoking — يمكن ان تتلف بالتدخين
- Without healthy cilia, smokers must cough to clear dirty mucus from the trachea
- وبدون أن تكون الاهداب في صحة جيدة، يجبر المدخنون على السعال من اجل تنظيف المخاط المتسخ بالتدخين من القصبة الهوائية

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

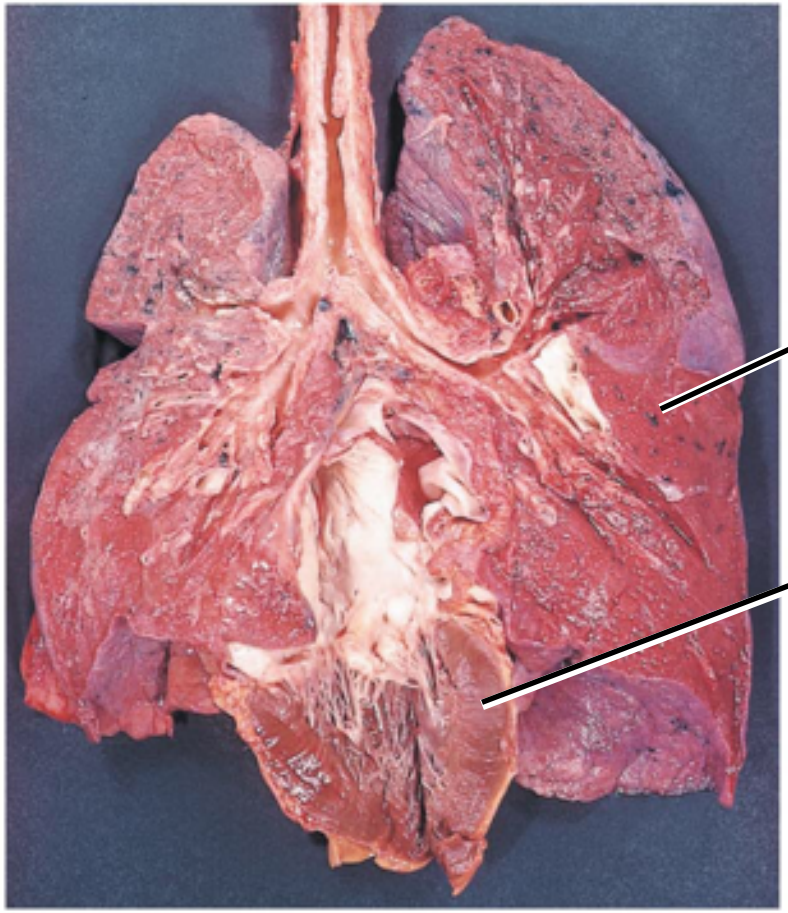
22.7 CONNECTION: Smoking is a serious assault on the respiratory system

رابطة تطبيقية: التدخين خطر لعين على الجهاز التنفسي

- Smoking can cause — يمكن ان يسبب التدخين
  - Lung cancer — سرطان الرئة
  - Heart disease — امراض القلب
  - Emphysema — ضيق التنفس
- Smoking also — التدخين ايضا
  - Increases the risk of heart attacks and strokes — يزيد نوبات القلب والجلطات
  - Raises blood pressure — يرفع من ضغط الدم
  - Increases harmful types of cholesterol — يزيد من التعرض لأنواع الكلسترول الضارة
- Every year in USA, smoking kills about 440,000 people, which is more than all deaths from accidents, alcohol, drug abuse, HIV, and murders combined

يقتل التدخين حوالي 440.000 شخص سنويا في الولايات المتحدة وهذا يفوق الموت من الحوادث , تعاطي الكحول والإدمان على المخدرات و الايدز و الاغتيالات

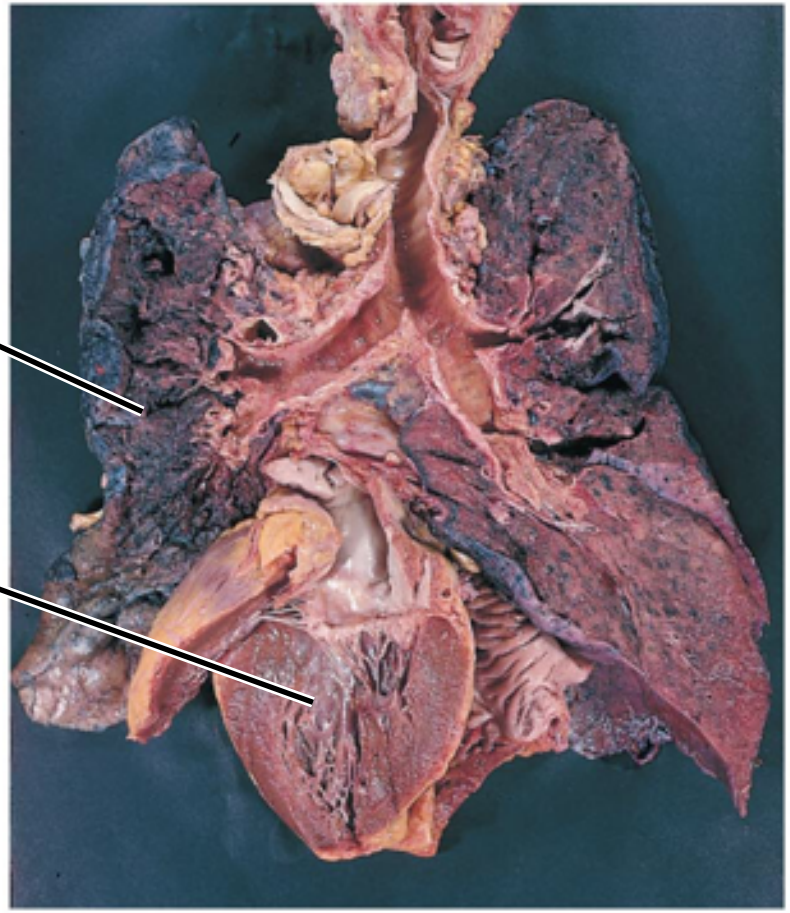
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

الرئة
Lung

القلب
Heart



Healthy lungs
رئتان سليمة

cancerous lungs
رئتان مصابة بالسرطان

22.8 Negative pressure breathing ventilates our lungs
التنفس بالضغط السلبي يعمل على تهوية الرئتين

- Breathing is the alternate inhalation and exhalation of air (ventilation) التنفس هو تعاقب شهيق وزفير الهواء (التهوية)
- **Inhalation occurs when** يحدث الشهيق عندما
  - The rib cage expands يتمدد (يتسع) القفص الصدري
  - The diaphragm moves downward ينخفض الحجاب الحاجز
  - The pressure around lungs decreases ينخفض الضغط حول الرئة
  - And air is drawn into the respiratory tract

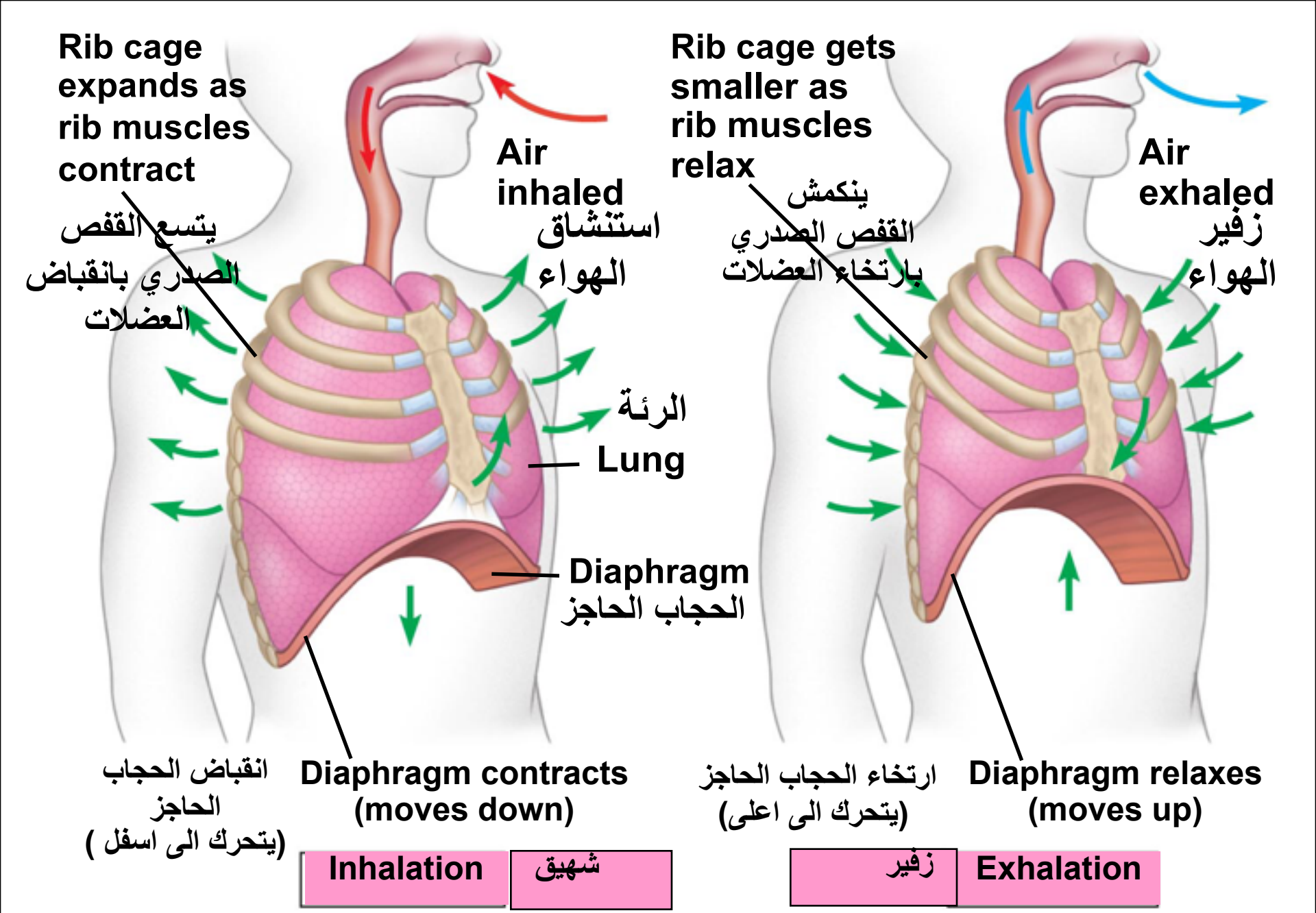
يسحب الهواء الى الممرات التنفسية

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

22.8 Negative pressure breathing ventilates our lungs
التنفس بالضغط السلبي يعمل على تهوية الرئتين

- **Exhalation occurs when** يحدث الزفير عندما
  - The rib cage contracts
  - ينقبض (يضيق) القفص الصدري
  - The diaphragm moves upward
  - يرتفع الحجاب الحاجز الى اعلى
  - The pressure around the lungs increases
  - يزداد الضغط حول الرئتين
  - And air is forced out of the respiratory tract
  - ويطرد الهواء خارج الممرات التنفسية

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

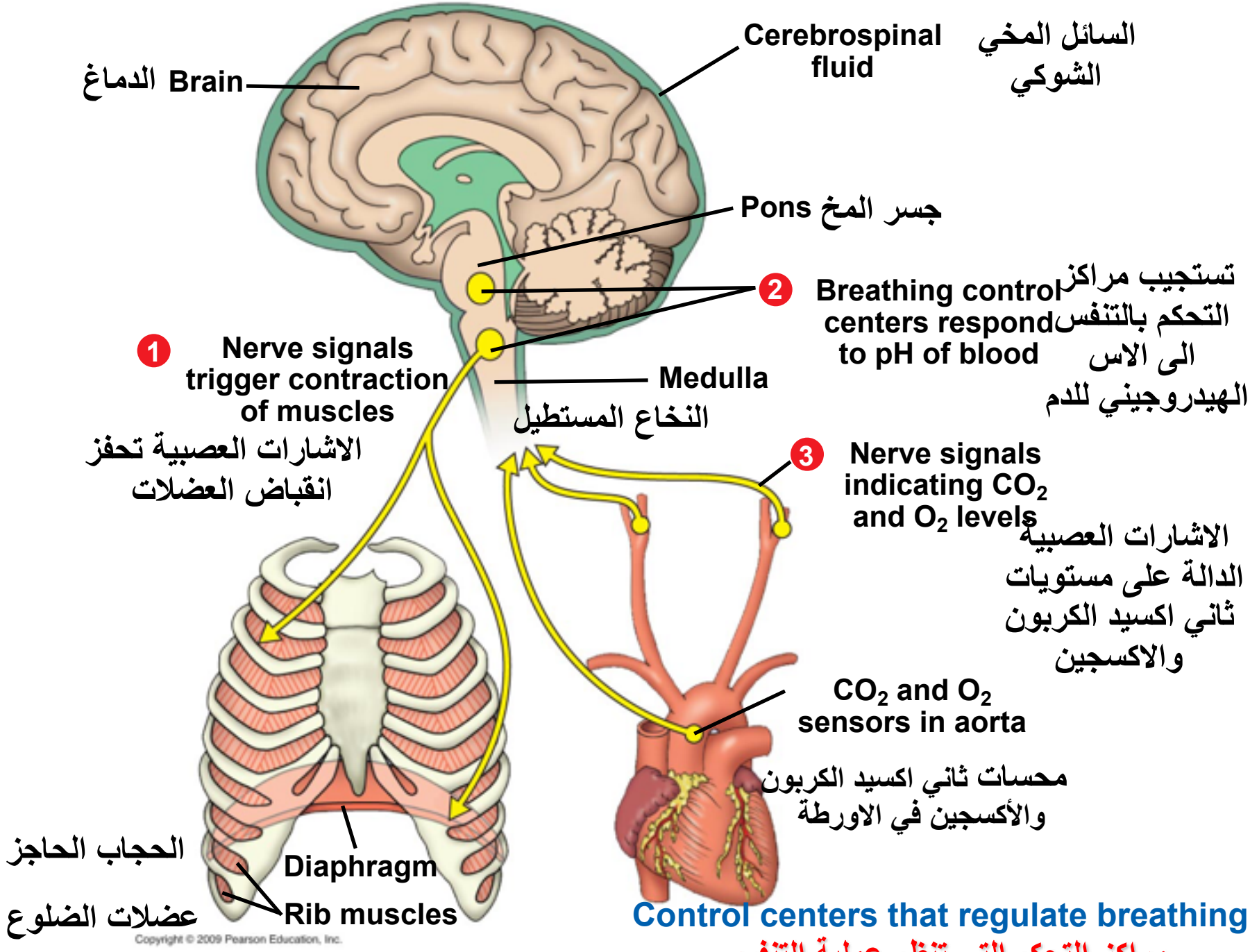
Negative pressure breathing draws air into the lungs.

التنفس بالضغط السلبي يسحب الهواء الى الرئتين

22.9 Breathing is automatically controlled
يتم التحكم في التنفس بطريقة اوتوماتيكية

- Breathing is usually under automatic control
  - عادة ما يتم التنفس بطريقة التحكم الاوتوماتيكي
- **Breathing control centers** in the brain sense and respond to CO_2 levels in the blood
  - **مراكز التحكم بالتنفس** الموجودة في الدماغ تستشعر مستويات ثاني اكسيد الكربون في الدم وتستجيب لها
- A drop in blood pH increases the rate and depth of breathing
  - انخفاض الاس الهيدروجيني في الدم يزيد من معدل وعمق التنفس

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Control centers that regulate breathing

مراكز التحكم التي تنظم عملية التنفس

TRANSPORT OF GASES IN THE HUMAN BODY

نقل الغازات في جسم الانسان

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

22.10 Blood transports respiratory gases
يقوم الدم بنقل الغازات التنفسية

- The heart pumps blood to two regions
  - يضخ القلب الدم الى منطقتين
    - The right side pumps oxygen-poor blood to the lungs
      - يضخ الجانب الايمن الدم الفقير الى الاكسجين الى الرئتين
    - The left side pumps oxygen-rich blood to the body
      - يضخ الجانب الايسر الدم الغني بالأكسجين الى بقية اجزاء الجسم
- In the lungs, blood picks up O_2 and drops off CO_2
  - في الرئتين ، يأخذ الدم الاكسجين و يطرد ثاني اكسيد الكربون
- In the body tissues, blood drops off O_2 and picks up CO_2
  - في انسجة الجسم , يترك الدم الاكسجين ويأخذ ثاني اكسيد الكربون

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

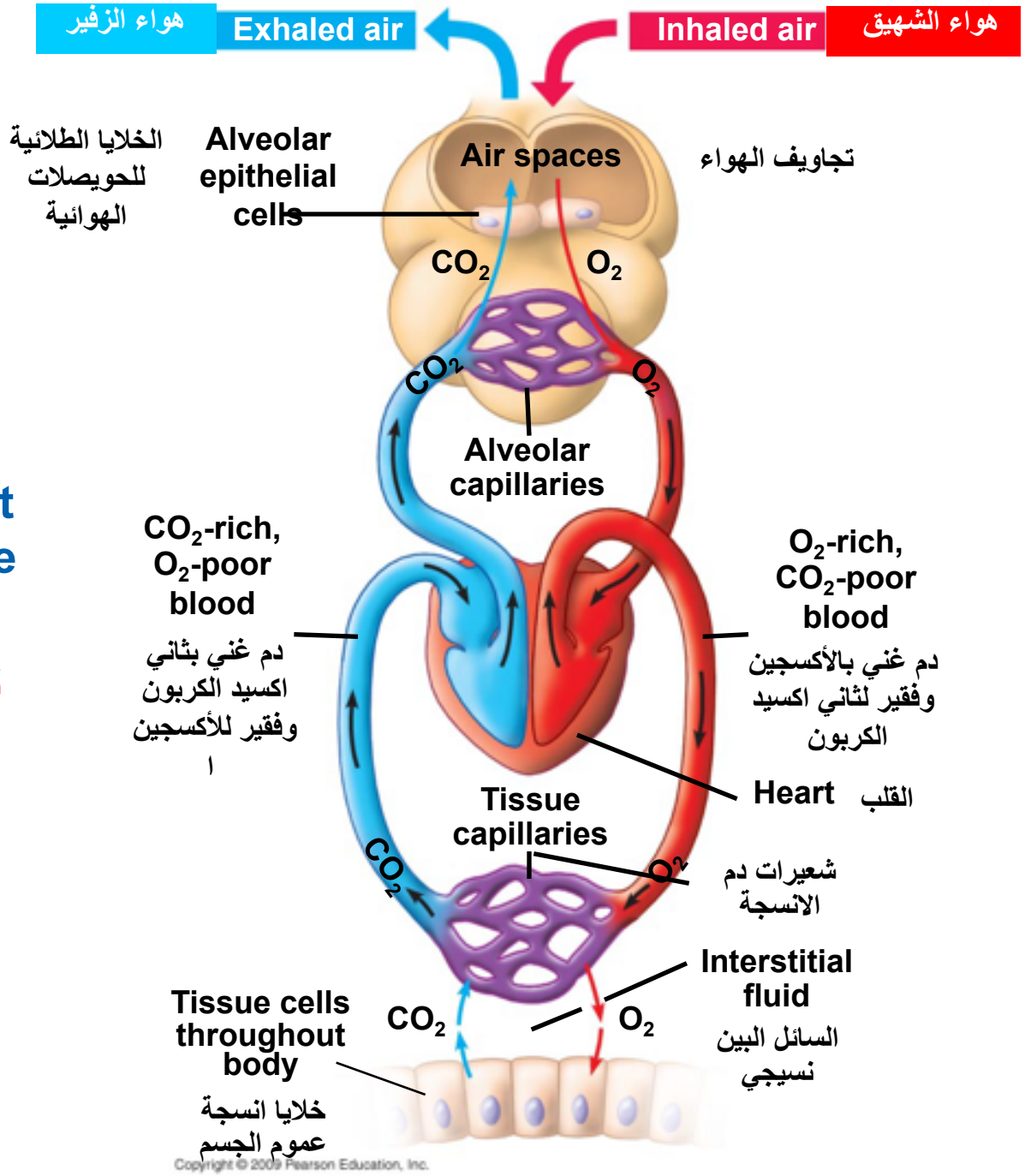
22.10 Blood transports respiratory gases
يقوم الدم بنقل الغازات التنفسية

- Gases move from areas of higher concentration to areas of lower concentration
  - تنتقل الغازات من المناطق عالية التركيز الى المناطق منخفضة التركيز
    - Gases in the alveoli have more O_2 and less CO_2 than gases the blood
      - الغازات في الحويصلات الهوائية بها اكسجين اكثر, وثاني اكسيد الكربون اقل مما هو في الدم
    - O_2 moves from the alveoli of the lungs into the blood
      - يتحرك الاكسجين من الحويصلات الهوائية للرئتين الى الدم
    - CO_2 moves from the blood into the alveoli of the lungs
      - يتحرك ثاني اكسيد الكربون من الدم الى الحويصلات الهوائية للرئتين
    - The tissues have more CO2 and less O2 than in the blood
      - الانسجة بها ثاني اكسيد الكربون اكثر وأكسجين اقل مما هو في الدم
        - CO2 moves from the tissues into the blood
          - يتحرك ثاني اكسيد الكربون من الانسجة الى الدم
        - O2 moves from the blood into the tissues
          - يتحرك الاكسجين من الدم الى الانسجة

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Gas transport and exchange in the body.

نقل وتبادل الغازات في الجسم



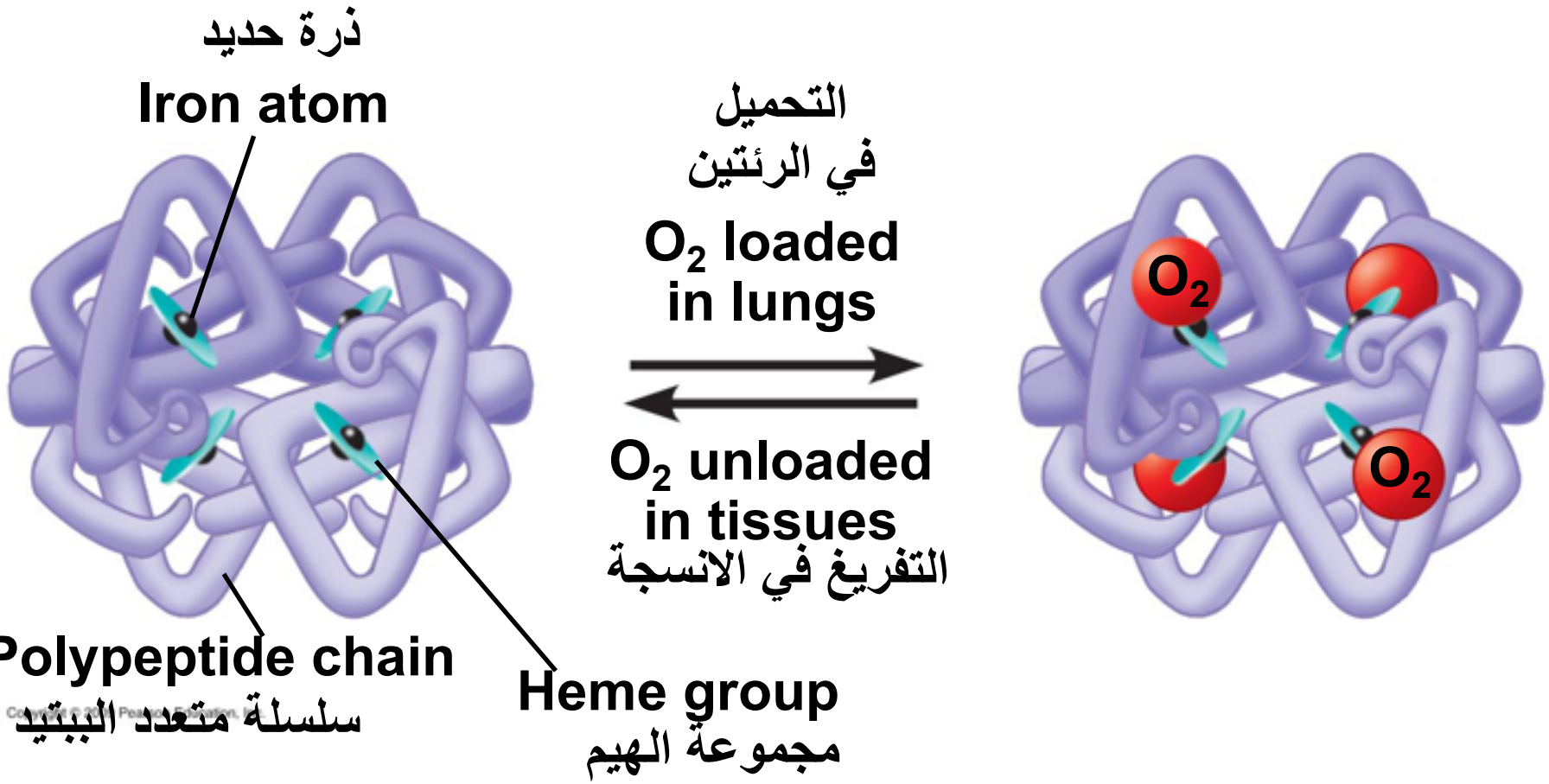
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

22.11 Hemoglobin carries O_2, helps transport CO_2, and buffers the blood

يحمل الهيموجلوبين الاكسجين ويساعد في نقل ثاني اكسيد الكربون ويعادل الدم

- Most animals transport O_2 bound to proteins called respiratory pigments
  - معظم الحيوانات تنقل الاكسجين المرتبط ببروتينات يطلق عليها الصبغات التنفسية
    - **Copper-containing pigment** in — تستخدم الصبغات المحتوية على النحاس في
      - Mollusca — الرخويات
      - Arthropods — مفصليات الارجل
    - **Iron-containing hemoglobin** — الهيموجلوبين المحتوي على الحديد
      - Is used by almost all vertebrates and many invertebrates
        - يستخدم في معظم الفقاريات تقريبا و في العديد من اللافقاريات
      - Transports oxygen, buffers blood, and transports CO_2
        - ينقل الاكسجين ويعادل الدم كما ينقل ثاني اكسيد الكربون

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



Hemoglobin loading and unloading of O2.

تحميل وتفريغ الهيموجلوبين للأكسجين

22.11 Hemoglobin carries O_2, helps transport CO_2, and buffers the blood

يحمل الهيموجلوبين الاكسجين ويساعد في نقل ثاني اكسيد الكربون ويعادل الدم

- Most CO_2 in the blood is transported as bicarbonate ions in the plasma

- ينقل معظم ثاني اكسيد الكربون في الدم على هيئة ايونات البيكربونات في البلازما

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

Carbon Dioxide	Water	Carbonic Acid	Hydrogen Ions	Bicarbonate
ثاني اكسيد الكربون	ماء	حامض الكربونيك	ايونات الهيدروجين	البيكربونات

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.