



PHYSIOLOGY

FACULTY OF PHARMACEUTICAL SCIENCES

DR. AMJAAD ZUHIER ALROSAN

LECTURE 12: RESPIRATORY SYSTEM

Objectives

■ محي صبي هواء
ترجمته ارزبارة فهم

■ محي الدكتور

و الي هيک برضو الدكتوره

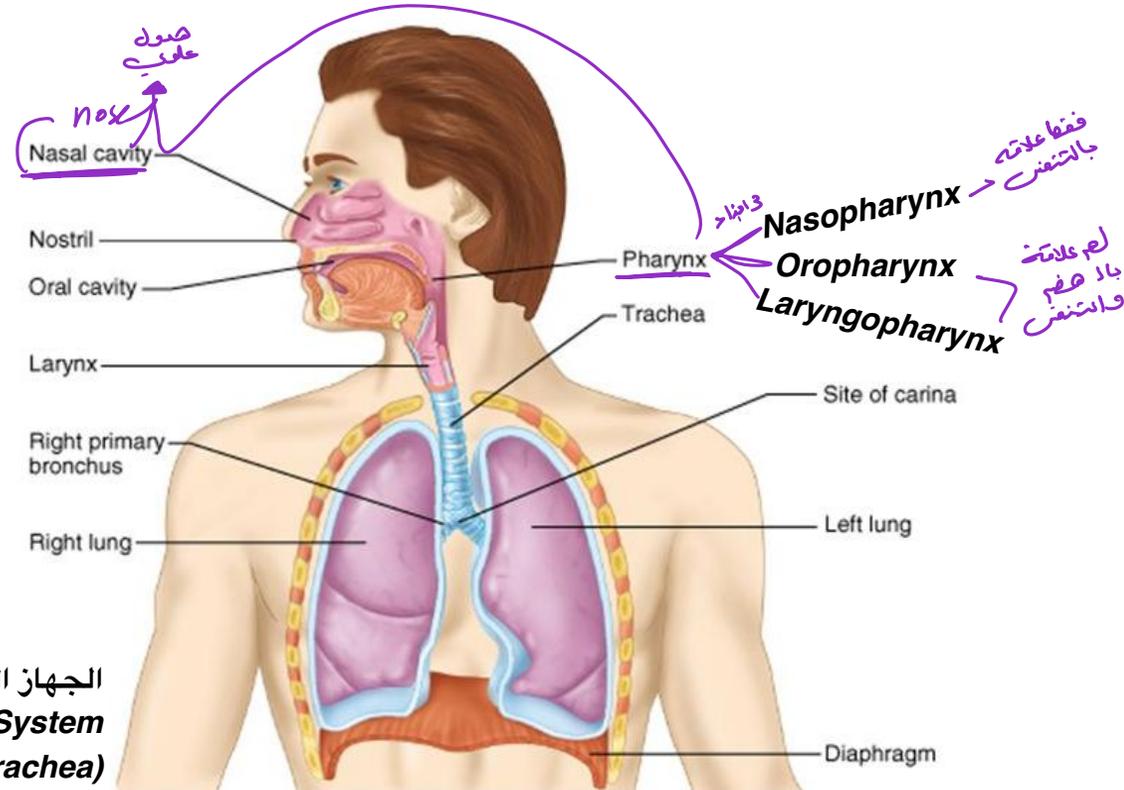
1. Discuss **structures of the respiratory system.**
2. Describe **pulmonary ventilation.**
3. Explore **lung volumes and capacities.**
4. Discuss **exchange of oxygen and carbon dioxide as well as transport of both.**
5. Describe **control of breathing.**

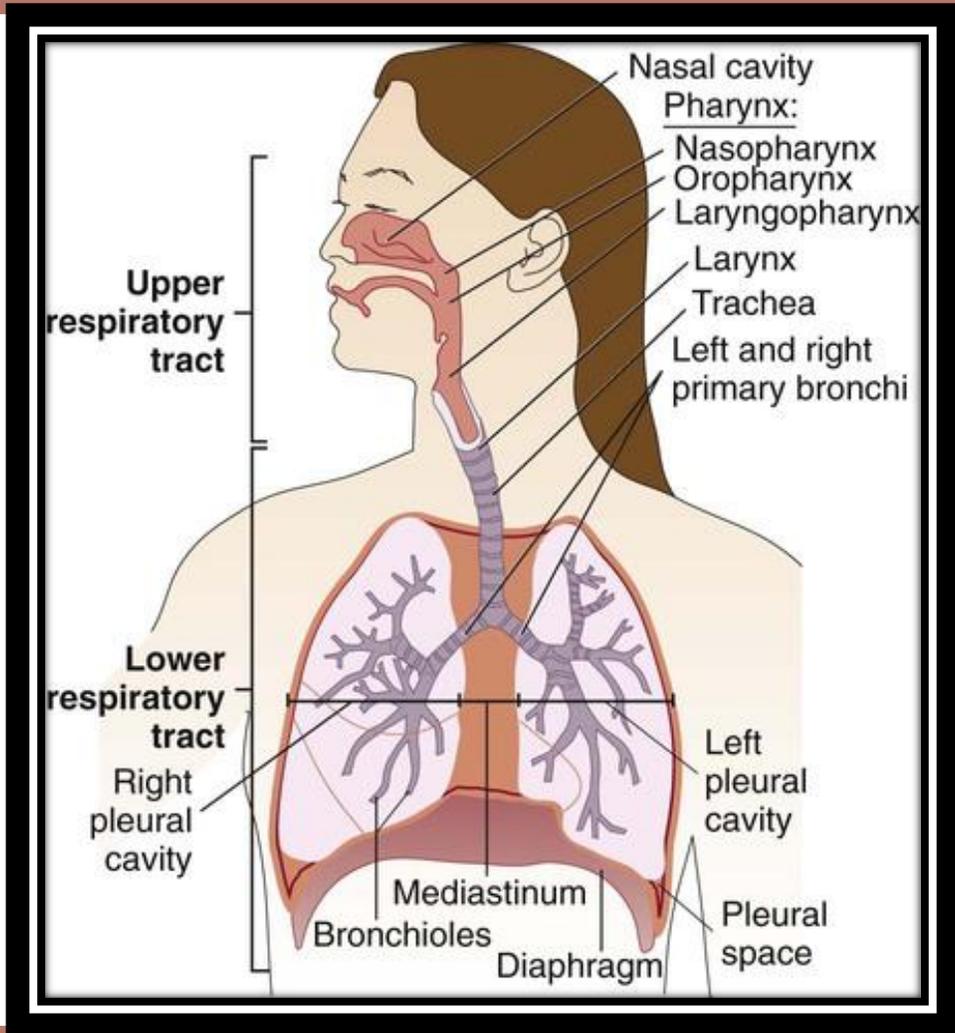
(Pages 856- 876 of the reference)

STRUCTURES OF THE RESPIRATORY SYSTEM

- The **upper respiratory system** includes the nose, nasal cavity, pharynx, and associated structures; **the lower respiratory system** includes the larynx, trachea, bronchi, and lungs.

الجهاز التنفسي السفلي (Lower Respiratory System): يتكون من الحنجرة (Larynx)، القصبة الهوائية (Trachea)، الشعب الهوائية (Bronchi)، والرئتين (Lungs).





Lower Respiratory System



Pathway of Air/ O₂

ال Branching اى حصيدار lungs
قنوت اى حصيدار BV

- ❖ Nose – external nares → nasal cavity → internal nares
↓
- ❖ Pharynx – nasopharynx → oropharynx → laryngopharynx
↓
- ❖ Larynx – epiglottis → larynx
↓
- ❖ Trachea – trachea
↓
- ❖ Bronchi – primary bronchi → secondary bronchi → tertiary bronchi → bronchioles
↓
- ❖ Lungs – alveoli → blood stream

upper
↓
lower

الشعبه او اوائيت

قنوت الشجره
تقوعا تمازيب اد
"BV"

تقويت زيبا BV
خلقا نرست للاصل
ار
diameter
يقبل
سار
Resistance
بزيه

① primary bronchi → ② secondary bronchi → ③ tertiary bronchi → ④ bronchioles

PULMONARY VENTILATION

The process of gas exchange in the body, called **respiration**, has **three basic steps**:

1. Pulmonary ventilation or breathing, is the **inhalation (inflow)** and **exhalation (outflow)** of air and involves the exchange of air between the atmosphere and the alveoli of the lungs.
التنفس الرئوي
الشفط
غير الشفط الرئوي

2. External (pulmonary) respiration, is the **exchange of gases between the alveoli of the lungs and the blood in pulmonary capillaries** across the respiratory membrane. In this process, pulmonary capillary blood gains O₂ and loses CO₂.

3. Internal (tissue) respiration, is the **exchange of gases between blood in systemic capillaries and tissue cells**. In this step the blood loses O₂ and gains CO₂. Within cells, the metabolic reactions that consume O₂ and give off CO₂ during the production of ATP are termed cellular respiration.
هنا إنتاج

عندنا internal respiration وعلى مستوى tissues.
هناك عملية inhalation و exhalation في عملية pulmonary ventilation أو breathing.
لأننا يمكننا أن نحكي عن pulmonary respiration،
ويمكن أن نحكي عن tissue respiration.

هناك بصير عندنا تبادل أكسجين ما بين arterial capillaries و interstitial fluid.
الخلية تستخدم هذا الدم المؤكسد في cellular processes.

هون برض
الدم بيغير يتبدل
الدم بيغير

فبيطلع من الجهة الثانية دم غير مؤكسد.

بعد ما تستخدم الخلية الأكسجين وال nutrients بال cellular processes.
بصير عندنا تبادل لـ CO₂ اللي نتج من العمليات
ما بين interstitial fluid و venous capillaries.

هون صار عندنا exchange،
وهذا بنسميه gas exchange،
ولأنه صار على مستوى tissues
بنسميه internal أو tissue respiration.

هناك بضل عندنا النوع الأخير من gas exchange
وهو external أو pulmonary respiration.
هذا بصير على مستوى lungs.

بنهاية bronchioles في عنا
(حويصلات هوائية) alveoli.
هاي الحويصلات جواتها خلايا،
وهي الخلايا بدها أكسجين.

عشان هيك بصير عندنا تبادل أكسجين
ما بين pulmonary capillaries و alveoli

هناك يا جماعة، كيف بتصير عنا عملية inhalation و exhalation ركزوا معي.

1

أنا حكيت مسبقاً إنه أسماء العلماء
أي بتهمني تعرفوهم كمعرفة،
بس ما بأجي بحكي لك هذا العالم بالضبط إيش اكتشف.
المهم تكون عارف ال concept،
وإذا مرّ عليك تكون عارفه.

عندنا أول عالم أو أول قانون
اللي هو Boyle's law.
شو بطلع هذا القانون؟
اطلعوا لي على هالرسمه.

هناك في عنا عملية inhalation (الشهيق)
وعملية exhalation (الزفير).

كيف بصير عنا عملية الشهيق؟
في عنا مسلن بنسميها diaphragmatic muscles
(عضلات الحجاب الحاجز)،
وفي عنا external intercostal muscles.

شو بيعملوا هذول يا جماعة؟
خلال عملية inhalation
بصير عليهم contraction.

3، 2، 1 شرح اللدات

اي عمت ص (1، 7)

6، 5، 4 شرح ص (8، 12)

9، 7 شرح ص (13، 18)

10، 11 شرح ص (19، 37)

ليني اميلاد باللدات
ماد كدرتم المكتورة بس
طلبنا ادر هو ص

5

لكن عند **premature infants** (الأطفال اللي بينولدوا بالشهر السابع)، ممكن يصير عندهم

Respiratory Distress Syndrome.

ليش؟

لأنه كمية **surfactant** ما بتكون كافية،

بطلوم باعتماد الـ **relaxation** الـ **alveoli** بتلرزق ببعض ويصير **alveolar collapse**.

وبالتالي الطفل بده جهد كبير حتى يرجع يعمل **inhalation** و **exhalation**.

فكل ما زاد **surface tension** قدرة **lungs** على بتقل **pulmonary ventilation** وكل ما زادت **surfactant** قدرة **lungs** على **ventilation** بتزيد.

فكل ما زاد **surface tension** قدرة **lungs** على بتقل **pulmonary ventilation** وكل ما زادت **surfactant** قدرة **lungs** على **ventilation** بتزيد.

فكل ما زاد **surface tension** قدرة **lungs** على بتقل **pulmonary ventilation** وكل ما زادت **surfactant** قدرة **lungs** على **ventilation** بتزيد.

فكل ما زاد **surface tension** قدرة **lungs** على بتقل **pulmonary ventilation** وكل ما زادت **surfactant** قدرة **lungs** على **ventilation** بتزيد.

فكل ما زاد **surface tension** قدرة **lungs** على بتقل **pulmonary ventilation** وكل ما زادت **surfactant** قدرة **lungs** على **ventilation** بتزيد.

high compliance

ثانياً: **Compliance** يعني قدرة **lungs** إنها تتمدد وتعمل **inhalation**.

ببتأثر بعاملين **Compliance**:
• **Elasticity**
• **Surface tension**

كل ما كانت **elasticity** عالية بتكون **compliance** عالية.

إذا كانت **surface tension** عالية بتقل **compliance**.

إذا كانت **surface tension** عالية بتقل **compliance**.

من الأشياء اللي بتقلل **compliance**:
• **Tuberculosis** (موت **tissues** أو **cells** في **lungs**)
• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

• **Pulmonary edema** (تجمع سوائل في **lungs**)

6

طيب هلا اللي بدي أحكي لكم إياه إنه خلال **forceful inhalations**، معنى **forceful inhalations** إنه

إنت وانت بتعمل **normal inhalation** و **exhalation** اللي إحنا حكينا عنه، بس مرات مثلاً لما تعمل **exercise** أو رياضة معينة، بتكون بحاجة لـ **accessory muscles** تساعدك إنك تقوم بـ **extra workload** على **lungs**، يعني تعمل **extra inhalation** و **extra exhalation**.

وبالتالي إنت بهالحالة بحاجة إلى **extra muscles** إنه تعمل هاي **muscles contraction** عشان تقدر تعمل **forceful inhalation** زي اللي بصير خلال عملية **exercise**.

وعشان هيك زي ما حكيت لكم، سواء أنا بحكي عن **normal inhalation** أو بحكي عن **forceful inhalation**، **muscle contraction** يحتاجوا **both** وبالتالي عملية **inhalation** سميها **active**.

لكن خلال عملية **exhalation** سميها **passive**، ليش؟ لأنه ما بيكون عندنا **muscle contraction**، ولأنه المسلز بترجع لوضعها الطبيعي بسبب خاصية **elasticity**.

7

طيب هلا، إيش العوامل اللي ممكن تأثر على **pulmonary ventilation**؟

عندنا ثلاث عوامل:

- 1 **Surface tension**
- 2 **Compliance**
- 3 **Airway resistance**

أولاً: **Surface tension** شو يعني **surface tension** زي كانه بنحكي عن احتكاك **بيمنع** إنو تكون عملية **inhalation** و **exhalation** سهلة.

ناتج عن وجود **Surface tension** **alveoli** حوالين **fluid** هذا المفروض يكون فيه مادة مرطبة اسمها **surfactant**.

الـ **surfactant** بتحتوي على **phospholipids** و **lipoproteins**.

وظيفتها إنه لما يصير **exhalation** وبعدها **inhalation** تخلي **exhalation** سهل وما تخلي **alveoli** تلرزق ببعض.

8

لما يصير **contraction** شو بصير بـ **size of the lung** بزيد، بيكبر.

تخيل إشي ماسكه من تحت وعم تضغط عليه من تحت، من فوق شو بده يصير بحجمه؟ بده يزيد.

هذا **Boyle's law** شو بحكي؟ كل ما زاد **size of the container** شو بصير بـ **pressure of the gas** جواته؟

رح يقل ✓

وبالتالي هون رح يصير عنا فرق بالضغط ما بين **lungs** وما بين **atmosphere** بصير **pressure of the gas in the atmosphere** أعلى من **pressure of the gas inside the lungs**.

وبالتالي حسب **pressure gradient** (فرق الضغط)، الغازات راح تنتقل من الضغط العالي إلى الضغط المنخفض، فتيجي من **atmosphere** إلى **lungs**.

فهذا بسميه **inhalation** وعملية **inhalation** هي **active** لأنها بحاجة إلى **contraction**.

لكن يا جماعة، عملية **exhalation** بسميها **passive** ليش؟ لأنه بس تنتهي عملية **inhalation** الـ **external intercostal muscles** و **diaphragmatic muscles** بيرجعوا مباشرة لوضعهم الطبيعي، لأنه في عنا **elasticity**.

فشو بصير بعملية **exhalation** الـ **size** بقل مقارنة بالـ **atmosphere** وبالتالي بده يزيد **pressure of the gas inside the lungs**.

فالغازات بتنتقل من **lungs** إلى **atmosphere**.

هلا بدي أسألكم سؤال: هل تتوقعوا **resistance** بتزيد خلال عملية **inhalation** ولا خلال عملية **exhalation**؟

Exhalation ✓

بدك تعرف: متى بتزيد (**inhalation** أو **exhalation**) إنه كل ما نزلنا لتحت بالـ **bronchioles** بتزيد **resistance** فيها أقل **larger diameter airways** فيها أقل **resistance**.

وكمات:

تضلل تحاول تطلع الهواء.

فالحجم اللي:

• بتطلعته خلال **forceful**

exhalation

→ بنسميه

Expiratory reserve volume (ERV)

لكن بضل:

حجم هواء موجود بال **lungs** ما بيطلع.

هذا بنسميه:

Residual volume (RV).

ملخص الأحجام:

• **Tidal volume:** النفس الطبيعي

• **Inspiratory reserve volume:** زيادة الشهيق

• **Expiratory reserve volume:** زيادة الزفير

• **Residual volume:** هواء **lungs** يبقي بال

بعض
بعض
بعض

ال **capacities**:

• **Functional residual capacity**

= **ERV + RV**

• **Vital capacity**

= **IRV + TV + ERV**

• **Total lung capacity**

= **IRV + TV + ERV + RV**

هلا بس للمعلومة:

بتختلف **Lung volumes**

• من شخص لشخص

• وحتى بنفس الشخص بأوقات

مختلفة

ويتكون:

• أكبر بال **males**

• أكبر بالطوال

• أكبر بال **young adults**

وأصغر:

• بال **females**

• بالقصار

• بال **elderly people**

هلا شغلة مهمة:

بال **COPD**

رح نشوف إنو:

Forced expiratory volume in 1 second (FEV₁)

يكون منخفض جداً.

وهذا رح نرجع نحكيه

بالتفصيل بالباحثونولوجي.

هلا نكمل

على **exchange of oxygen and carbon dioxide**.

إذا ضربناه بـ **12 breath/min**

→ بطلع معنا

minute ventilation.

respiratory rate

ل/minutes

واضح يا جماعه؟
أوكي.

هلا في عنا جهاز

بقيس **lung volumes and capacities**.

اسمه:

Spirometer / Respirometer.

والرسم اللي بطلع عنا

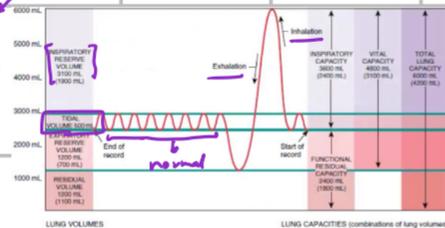
بسموه

Spirogram.

في الـ **spirogram**:

• **Upward deflection** → **inhalation**

• **Downward deflection** → **exhalation**



• **FRC** أقل كمية متبقية
• **VC** = كل الهواء الممكن زفره
• **TLC** = كل الهواء الموجود في الرئة

• **normal inhalation**

• **normal exhalation**

هذا هو الحجم الطبيعي

اللي بتاخده وتطلعته

بكل **breath** وحدة.

لكن مرات:

بتعمل **forceful inhalation**

أو **forceful exhalation**.

لما تعمل **forceful inhalation**:

بدك تستخدم

accessory muscles.

هون بيطلع عندك حجم إضافي

بنسميه:

Inspiratory reserve volume (IRV)

وهو الحجم الإضافي

اللي ممكن تتحملة **lungs**

فوق الـ **tidal volume**.

إذا جمعت:

• **Tidal volume**

• **Inspiratory reserve volume**

بعطيك:

Inspiratory capacity

(القدرة على الشهيق الكامل).

normal + inspiration

هلا المفروض بعد **forceful inhalation**

تعمل **forceful exhalation**.

لكن:

هل كل الهواء اللي دخل

رح يطلع بالكامل؟

لا.

بدليل:

إنك بعد الرياضة

وكمان:

بتزيد خلال **airway resistance** خلال **exhalation.**

وخلال **sympathetic activation** للـ **autonomic nervous system**

بصير **bronchodilation**

فـ **resistance** شو بصير فيها؟

بثقل ✓

وخلال **parasympathetic activation**

بصير **bronchoconstriction**.

شو بصير بالـ **resistance**؟

بدها تزيد.

هلا في **conditions** يا جماعه

إن شاء الله رح ناخذهم بالباحثونولوجي

اللي بتزيد عنا فيها الـ **resistance**

زي **asthma**

و (**COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease)**): هلا:

Tidal volume

بعبّر عن:

هذول نوعين من الأمراض

اللي بصير فيها إنو

بصير فيها **airways**:

• **bronchoconstriction**

وتجمع **mucus** معاً

فالهواء بصير **trapped** ومحصور

لأنه ما في مجال يمشي.

وبالتالي شو بصير بـ

compliance of the lungs

إنها تعمل **inhalation** و **exhalation**؟

بثقل ✓

وبتصير أقل.

وهاي من العوامل

اللي بتأثر على

pulmonary ventilation.

هلا في عنا **lung volumes**.

إن شاء الله بكونوا سهلين عليكم.

هذول شبيهات

اللي أخذناه بالكاردياك

لما حكينا:

Cardiac output = stroke volume × heart rate

هون نفس الفكرة.

في عنا إثني اسمه

Minute ventilation.

Minute ventilation

هو كمية الهواء الكلي

اللي بنعمله

inhalation و **exhalation**

خلال دقيقة واحدة.

يساوي:

Volume of air per breath × respiratory rate

يعني:

• حجم النفس الواحد = **500 mL** **tidal volume**

10

على *exchange of oxygen and carbon dioxide*. اللي جاي إن شاء الله سهل ومعلوماته حلوة. أول إشي حكينا عن Boyle's law: كل ما زاد size of the container شو بصير بـ pressure of the gas? بقل ✓

هلا، كيف بدنا نحسب *partial pressure of gas*? عندك *container* يا جماعة، إذا بدك تحسب *total pressure* لكل الكونتينر → بدك تجمع *partial pressure* لكل غاز موجود فيه → بيطلع *total pressure* لكل الغازات الموجودة بالكونتينر. إذا بدك تاخذ *partial pressure* لكل غاز على حدة → بتضرب النسبة المئوية/النسبة الموجودة من هذا الغاز \times *total pressure* → رح تطلع *partial pressure* لهذا الغاز.

زي ما حكينا يا جماعة: كل ما كان *pressure difference* زي ال *fusion* أكبر → راح يكون *diffusion rate* أسرع. كل ما كان *pressure gradient* أكبر → راح يكون *diffusion rate* أسرع.

هون نفس الشئ يا جماعة، كل ما كان *pressure difference* أكبر → *pressure gradient* أكبر → الفيوجن أسرع.

هنا دخل Henry وقال: احنا بنحكي إنو هذا *size of the container*، أنا عم بحكي إنو عندي *partial pressure of different gases* وكل غاز رح ينتشر حسب *pressure gradient*.

يعني لازم أعرف *partial pressure* للغاز بهذا الكونتينر. ووجد Henry إنو *solubility* للغازات تختلف باختلاف الكونتينر (بال *body*). وجد مثلاً ذائبية CO_2 بال *lungs* تزيد عن ذائبية O_2 بمقدار 20-25 مرة. وذائبية O_2 بال *tissues* تبع الجسم أكبر من ذائبية O_2 بال *lungs*. بالرغم من إنو *molar weight* تبع O_2 أقل من CO_2 ، ذائبية CO_2 بال *lungs* أكبر، وذائبية O_2 بال *tissues* أكبر.

رؤي ماضي الـ *partial pressure* له كل ما زاد الـ *partial pressure* زاد الـ *diffusion rate* الـ ضغط غاز الغازات رح يقل

قال Henry: كل ما زادت *solubility of gas* داخل الكونتينر → يزيد *diffusion rate*. كل ما زاد *diffusion rate* → يزيد *effect* على *pressure gradient* → يزيد *diffusion rate*. زي زيادة *partial pressure of that gas* زي الـ *diffusion rate*

الوقت اللي بتعد فيه الدم $CONC$ P r *heart rate*

معلومه إضافية: الدم اللي بيطلع من *left side of the heart* بيكون مؤكسد. كيف بصير تبادل O_2 بين *arterial capillaries* و *interstitial fluid*? وكيف بصير تبادل CO_2 بين *venous capillaries* و *interstitial fluid*?

معلومة ما حكيتها بالشعبه: خلال *vigorous exercise*، لما الشخص يعمل رياضة → *heart contraction* يزيد → *respiratory rate* يزيد → *transit time* للدم عبر *pulmonary capillaries* يقل → *gas exchange* ما يكون فعال إلا إذا ارتفع *respiratory rate* عشان يتم تبادل O_2 و CO_2 بسرعة.

هلا بالنسبة للـ *rate* يعتمد على عدة عوامل:

سؤال:

كل ما زاد الضغط (*pressure*) → عملية *inhalation* أسرع أو أبطأ؟ الجواب: أسرع. ✓

كل ما زادت *concentration exchange* → *surface area for gas exchange* أسرع أو أبطأ؟ الجواب: أسرع. ✓

يعتبر *gas exchange* فعال لأنو *surface area* للـ *alveoli* عالي. ✓

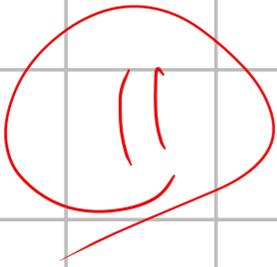
كل ما قلت *pulmonary* → *diffusion distance* و *systemic gas exchange* يزيد. ✓

عند الأشخاص المصابين *pulmonary edema* (تجمع سوائل بال *lungs*) → *diffusion distance* أكبر → *pulmonary gas exchange* أبطأ.

Molecular weight & solubility:

كل ما زادت *solubility of gas* داخل الكونتينر → يزيد *diffusion rate* → يزيد *pressure gradient* → يزيد *pulmonary & systemic gas exchange*. ذائبية O_2 في *tissues* أعلى من *lungs*، وذائبية CO_2 في *lungs* أعلى.

هلا بالنسبة للـ **rate** يعتمد على عدة عوامل، نفس الشيء لازم نفهمها:



- 1 كل ما زاد **pressure difference** → كل ما كانت عملية **inhalation** أسرع → **diffusion** أسرع.
- 2 كل ما زادت **surface area for gas exchange** → كل ما كانت **concentration exchange** أسرع.
- 3 كل ما قلت **pulmonary & systemic gas exchange** → **diffusion distance** يزيد. *معدل السوائل يقل بما يساوي معدل تجمع السوائل*
- 4 كل ما زادت **solubility of the gas** داخل الكونتير → يزيد **diffusion rate**.
- 5 الوزن الجزيئي للغاز (**molecular weight**) كل ما كان أقل → أسرع **diffusion**.

هلا بالنسبة للأكسجين (O_2):

- **oxyhemoglobin** → **hemoglobin** يتواجد بشكل واحد فقط: 99% مرتبط مع O_2 .
 - هذا الارتباط يتأثر بعدة عوامل، أهمها وجود CO_2 .
 - أحد أشكال CO_2 يرتبط مع **hemoglobin**.
 - كل ما زاد ارتباط CO_2 مع **hemoglobin** → يقل ارتباط O_2 مع **hemoglobin**.
 - وكل ما زاد ارتباط O_2 مع **hemoglobin** → يقل ارتباط CO_2 مع **hemoglobin**.
 - هذا الشيء بنسبته **Haldane effect**.
 - إذا كل جزيئات O_2 مرتبطة مع **fully saturated hemoglobin** ✓.
 - إذا 50% من O_2 مرتبطة → **partially saturated** ✓.

العوامل التي تتأثر على ارتباط **Hb** مع O_2 :

1. **Acidity (pH):** كل ما زاد H^+ → يزيد **release of O_2 من hemoglobin**. *بمستوى يستحسن*
2. **Partial pressure of CO_2 (pCO_2):** كل ما زاد pCO_2 → يزيد **release of O_2 من hemoglobin**.
3. **Temperature:** كل ما زادت درجة الحرارة → يزيد **release of O_2 من hemoglobin**. *يقل الارتباط*

- طبعاً، هي يا جماعة شو بنسبته: يوم يزيد **hyperthermia** → **temperature** → يقل ارتباط O_2 مع **Hb**.
- يوم يكون عندنا **hypothermia** → يزيد ارتباط O_2 مع **Hb**.

بالنسبة للـ CO_2 :

يتواجد على ثلاث أشكال:

- 1 **Dissolved** 7% بحاله بالبلازما → نسبته 7% **Dissolved**
- 2 مرتبط مع **carbamino compound** → **hemoglobin** → يعطي **carbaminohemoglobin** → نسبته 23%
- 3 على شكل **bicarbonate ions (HCO_3^-)** → نسبته 70%
 - $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$ يتحلل
 - **chloride shift** هذا بنسبته → **Cl⁻** تعوض بـ HCO_3^- إذا فقدت **electrical gradient** للحفاظ على **RBCs**.

كما ذكرنا عن **Haldane effect**:

- كل ما زاد ارتباط CO_2 مع **Hb** → يقل ارتباط O_2 مع **Hb**.
- كل ما زاد ارتباط O_2 مع **Hb** → يقل ارتباط CO_2 مع **Hb**.

اوله فيديو

Control of breathing (آخر جزء):

- **Respiratory centers** موجودة بال **brain**:

1 **Medullary respiratory center** → بالميدولا أوبلاندا

2 **Pontine respiratory group** → بالبونز

• الميدولار ريسبيراتوري سنتر فيه مكتبين:

- **Dorsal respiratory group (DRG)** → **respiratory area** ✓
- **Ventral respiratory group (VRG)** → **expiratory area** ✓

PRESSURE CHANGES DURING PULMONARY VENTILATION

Air moves into the lungs when the air pressure inside the lungs is less than the air pressure in the atmosphere. Air moves out of the lungs when the air pressure inside the lungs is greater than the air pressure in the atmosphere.

Inhalation: شهيق

* ابقاء العشاء كمعرفت

- Breathing in is called inhalation (**inspiration**).
- For air to flow into the lungs, the pressure inside the alveoli must become lower than the atmospheric pressure. This condition is achieved by **increasing the size of the lungs**.

Boyle's law $[P \propto 1/V]$

- **The pressure of a gas in a closed container is inversely proportional to the volume of the container**. This inverse relationship between volume and pressure, called **Boyle's law**.

PRESSURE CHANGES DURING PULMONARY VENTILATION

- Differences in pressure caused by changes in lung volume force ^{اجبر} air into our lungs when we inhale and out when we exhale.
- **For inhalation to occur, the lungs must expand**, which increases ^{يشبه} lung volume and thus decreases the pressure in the lungs to below atmospheric pressure.

قوة
من الخارج
P

MUSCLES OF INHALATION AND EXHALATION

● During normal, quiet inhalation, the diaphragm and external intercostals contract, the lungs expand, and air moves into the lungs; during normal, quiet exhalation, the diaphragm and external intercostals relax and the lungs recoil, forcing air out of the lungs.

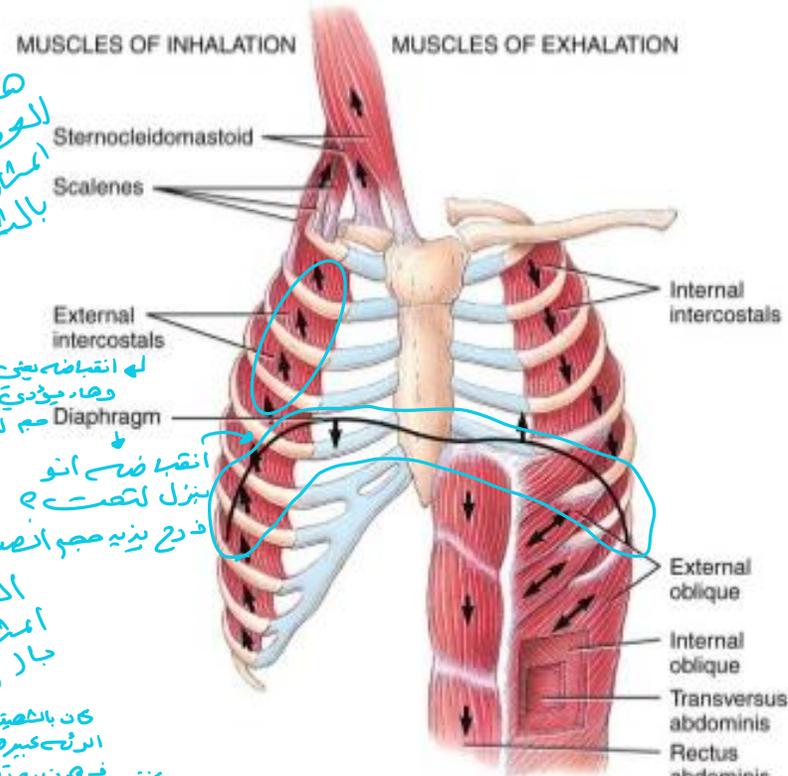
العضلات المشاركة بالشفيق
 عضلات المشاركة بالشفيق

له انقباض يرفع رقبته والعضلات
 وهذا يؤدي الى زيادة حجم الرئة

انقباضه انزل كتفك
 فترجع بزيادة حجم الرئة

العضلات المشاركة بالزفير

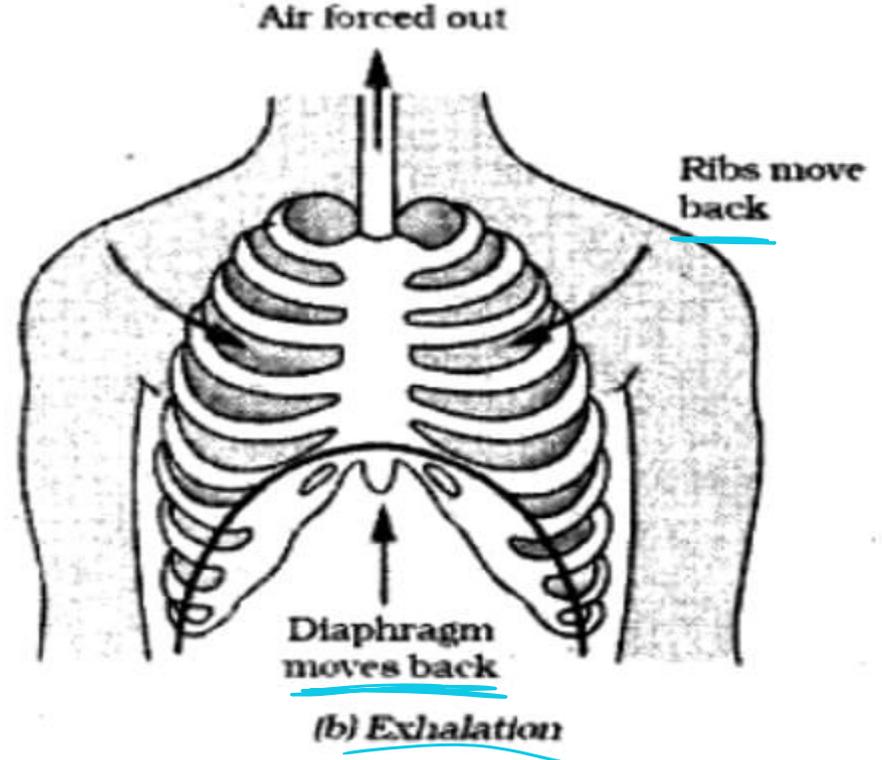
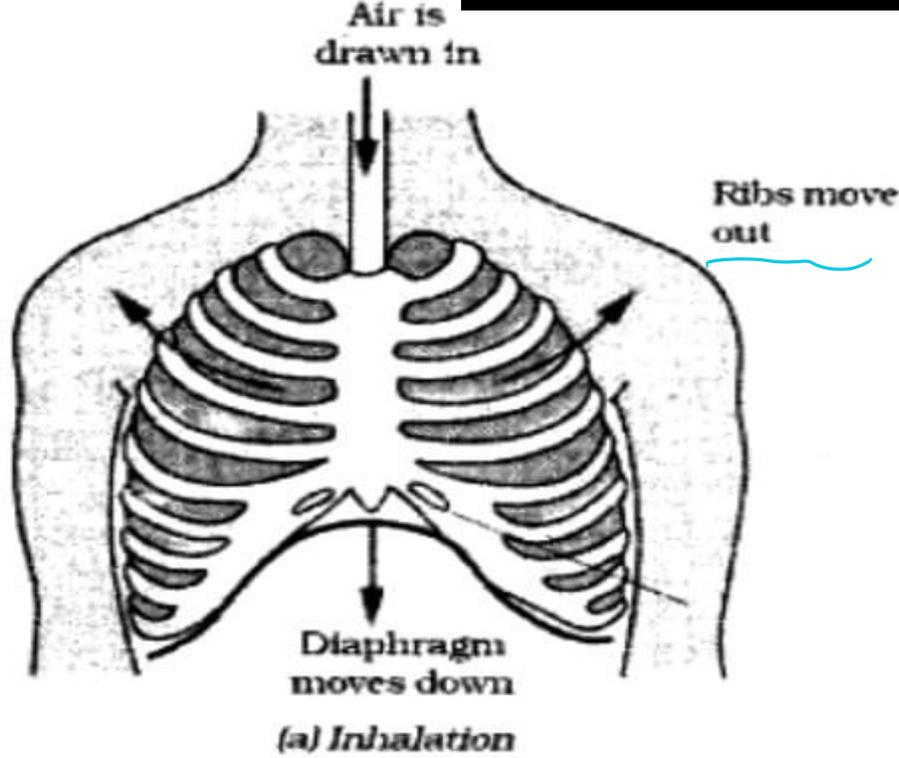
كان بالشفيق الرئة كبيرة فتكون رئة تضيق
 كانه مضطرب
 فتقلد حجمها الطبيعي



Muscles of inhalation and their actions (left); muscles of exhalation and their actions (right)

• الشهيق = توسيع الرئة → ضغط منخفض → الهواء يدخل.

• الزفير = رجوع الرئة → ضغط عالي → الهواء يخرج.



Mechanism of breathing human beings

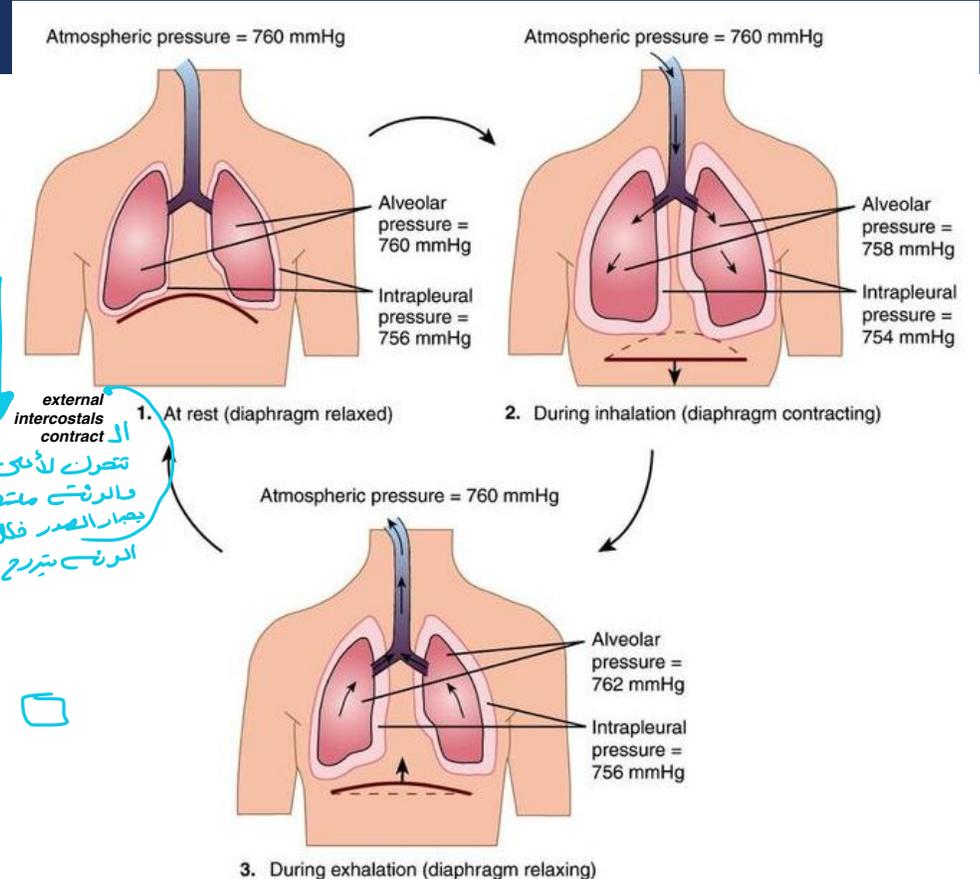
PRESSURE CHANGES IN PULMONARY VENTILATION

During inhalation, the diaphragm contracts, the chest expands, the lungs are pulled outward, and alveolar (intrapulmonic) pressure decreases.

لا تفرز الحجاب

external intercostals contract
العضلات الأضراسية خارجة والدرنات متقلبة يصعب الصدر فكل ما تمدد الدرنة يتبرج معو

During exhalation, the diaphragm relaxes, the lungs recoil inward, and alveolar pressure increases, forcing air out of the lungs.



MUSCLES OF INHALATION AND EXHALATION

➤ Because air always flows from a region of higher pressure to a region of lower pressure, inhalation takes place. Air continues to flow into the lungs as long as a pressure difference exists.
يستمر تدفق الهواء إلى الرئتين طالما وُجد فرق في الضغط.

➤ During deep, forceful inhalations, accessory muscles of inspiration also participate in increasing the size of the thoracic cavity.
العضلات التي تساعد على التنفس الطبيعي الخارج
تساهم في زيادة حجم تجويف الصدر

➤ The muscles are so named because they make little, if any, contribution during normal quiet inhalation, but during exercise or forced ventilation they may contract vigorously. The accessory muscles of inhalation include the
تساهم قليلاً
تتغيرية قسرية
تنقبض
تتغيرية قسرية

(SCM) **sternocleidomastoid muscles.**

● Because both normal quiet inhalation and inhalation during exercise or forced ventilation involve muscular contraction, the process of inhalation is said to be active.
عملية التنفس
فيهم انقباض من العضلات

EXHALATION

- **Breathing out, called exhalation (expiration)**, is also due to a pressure gradient, but in this case the gradient is in the opposite direction. The pressure in the lungs is greater than the pressure of the atmosphere. Normal
- **exhalation during quiet breathing, unlike inhalation, is a passive process because no muscular contractions are involved.**
- **Instead, exhalation results from elastic recoil of the chest wall and lungs, both of which have a natural tendency to spring back after they have been stretched.**
- **Exhalation starts when the inspiratory muscles relax.** As the diaphragm relaxes, its dome moves superiorly owing to its elasticity.

كأن عضلات
من عضلات
الانقباض تتحرك

طيب إذا ما في عضلات... كيف يطلع الهواء؟

مرد ناتج طبيعي

ترجع تلقائياً لوضعها الطبيعي بعد ما تنتشد أو تتمدد

عضلات الشئقة ترتاح

7
لـ يتحرك للأعلى
لـ الحجاب الحاجز
الذي يرجع قتي

أرجعوا أقرأوا
صحيح الأسهل

OTHER FACTORS AFFECTING PULMONARY VENTILATION

الاختلاف بالضغط

● As you have just learned, air pressure differences drive airflow during inhalation and exhalation. However, three other factors affect the rate of airflow and the ease of pulmonary ventilation: surface tension of the alveolar fluid, compliance of the lungs, and airway resistance.

1. سرعة دخول وخروج الهواء
2. سهولة التنفس

بنت دخول وخروج الهواء

للمرور في الشعبات

تأثير التوتر السطحي

مقاومة الشعبات الهوائية

SURFACE TENSION OF ALVEOLAR FLUID

- A thin layer of alveolar fluid coats the luminal surface of alveoli and exerts a force known as **surface tension**.
الصورة *السطح الداخلي* *تغطي* *جواك الalveoli في رئتي؟ جعل قوة شد؟ بحاله يصغر حجم الكويصلة*
- During breathing, surface tension must be overcome to expand the lungs during each inhalation. Surface tension also accounts for two-thirds of lung elastic recoil, which decreases the size of alveoli during exhalation.
عاشه لا تفضل الرئتين تمتد في حاله الsurface tension *فانكم لا تهم وتقلب عليه وقت الرئتين بساكنة العضلات* *عاشه انقلب على ار*
- The surfactant (a mixture of phospholipids and lipoproteins) present in alveolar fluid **reduces its surface tension**.
صاحه راطك السائل *الذائفة التنفسية* *نقص* *الأطفال اللذي ينولدوا قبل وقتهم ما يكون عندهم سيراتكتانت كفاية لذلك*
- A deficiency of surfactant in premature infants causes respiratory distress syndrome, in which the surface tension of alveolar fluid is greatly increased, so that many alveoli collapse at the end of each exhalation. Great effort is then needed at the next inhalation to reopen the collapsed alveoli.
الأطفال الكندي *صاحه* *صاحه* *صاحه*

Surfactant ↓ surface tension → easy breathing
No surfactant → alveoli collapse → hard breathing

COMPLIANCE OF THE LUNGS

لوح حافظ منا كلوه
 Compliance = مطاوعة
 ارها رذات صحت تنفضل
 فديش الشئ بسهولة "يتشكل أو يتمدد" لما نضغط عليه
 يعني:
 هل الرئة تفتح بسهولة؟
 ولا تعاند وتحتاج جهد؟
 مثال 1: بالون جديد
 - تنفخي فيه → يفتح بسهولة
 هذا High compliance (مطاوعة عالية)
 مثال 2: بالون قاسي قديم
 - يدك تنفخي بقوة
 هذا Low compliance (مطاوعة قليلة)

● Compliance refers to **how much effort is required to stretch the lungs and chest wall.**

● **High compliance** means that **the lungs and chest wall expand easily.**

✓ **Low compliance** means that **they resist expansion.**

✓ In the lungs, **compliance is related to two principal factors: elasticity and surface tension.**

✓ The lungs normally have high compliance and expand easily because elastic fibers in lung tissue are easily stretched and surfactant in alveolar fluid reduces surface tension.

● **Decreased compliance** is a common feature in **pulmonary conditions** that (1) scar lung tissue (for example, **tuberculosis**), (2) cause lung tissue to become filled with fluid (**pulmonary edema**), (3) produce a **deficiency in surfactant**, or (4) impede lung expansion in any way (for example, **paralysis of the intercostal muscles**).

هل الرئة تنفتح بسهولة؟
 ولا تحتاج جهد كبير عشان تتمدد؟

نقص السورفاكتانت →
 توتر سطحي عالٍ →
 صعوبة تنفس

إذا العضلات ما تشتغل → الصدر ما يتوسع → الرئة ما تتمدد

للحج يبرو يحفظ افر فقرة بجملح | *filled with fluid*
 الريف جدها اعشان (المرضى) *scavenging disease*
 في حكتك *edema*
 من و اناقتي *impede*
 تصدي *expansion*
 و صلاتي *prayer = الصلاة*
 انفس *paralysis*
 تقربتا

AIRWAY RESISTANCE

❖ Like the flow of blood through blood vessels, the rate of airflow through the airways depends on both the pressure difference and the resistance.

معدل تدفق الهواء يعتمد على
 الهواء يتحرك من مكان ضغط عالي → ضغط منخفض
 كل ما كانت المقاومة أعلى → الهواء يصعب عليه المرور

❖ Airflow equals the pressure difference between the alveoli and the atmosphere divided by the resistance.

تدفق الهواء = $\frac{\text{الفرق في الضغط}}{\text{المقاومة}}$
 طرية
 الحجب
 هوائية صغيرة
 غلاته
 عكته

❖ The walls of the airways, especially the bronchioles, offer some resistance to the normal flow of air into and out of the lungs.

● As the lungs expand during inhalation, the bronchioles enlarge because their walls are pulled outward in all directions.

● Larger-diameter airways have decreased resistance.

AIRWAY RESISTANCE

- 1 قطر الشعب الهوائية ↑ → المقاومة ↓
- 2 قطر الشعب الهوائية ↓ → المقاومة ↑
- 3 العضلات الملساء تتحكم بالقطر
- 4 جهازك العصبي الودي → يوسع الشعب → يقلل المقاومة
- 5 أمراض مثل الربو أو COPD → تزيد المقاومة → صعب التنفس

❖ Airway resistance then increases during exhalation as the diameter of bronchioles decreases. Airway diameter is also regulated by the degree of contraction or relaxation of smooth muscle in the walls of the airways.

الانقباض

الاسترخاء

تنظيم

مقدار

العضلات الملساء
حول الشعب
الهوائية تتحكم
بفتحة الشعب

● Signals from the sympathetic division of the autonomic nervous system cause relaxation of this smooth muscle, which results in bronchodilation and decreased resistance.

توسع

● Any condition that narrows or obstructs the airways increases resistance, so that more pressure is required to maintain the same airflow (i.e. asthma or chronic obstructive pulmonary disease (COPD)).

الأمراض التي تضيق الشعب الهوائية → الهواء يصعب المرور → الشهيق والزفير أصعب

استنساخ رئوي مزمن

LUNG VOLUMES AND CAPACITIES

✓ While at rest, a healthy adult averages 12 breaths a minute, with each inhalation and exhalation moving about 500 mL of air into and out of the lungs.

✓ The volume of one breath is called the **tidal volume (VT)**.

الصورة
بالتفصيل
بالتفصيل
كم صفة يدخل و يخرج
بطلع ؟

✓ **The minute ventilation (MV)**—the total volume of air inhaled and exhaled each minute—is respiratory rate multiplied by tidal volume:

$$\begin{aligned} MV &= \overset{RR}{12} \text{ breaths/min} \times \overset{\text{tidal } v}{500} \text{ mL/breath} \\ &= 6 \text{ liters/min} \end{aligned}$$

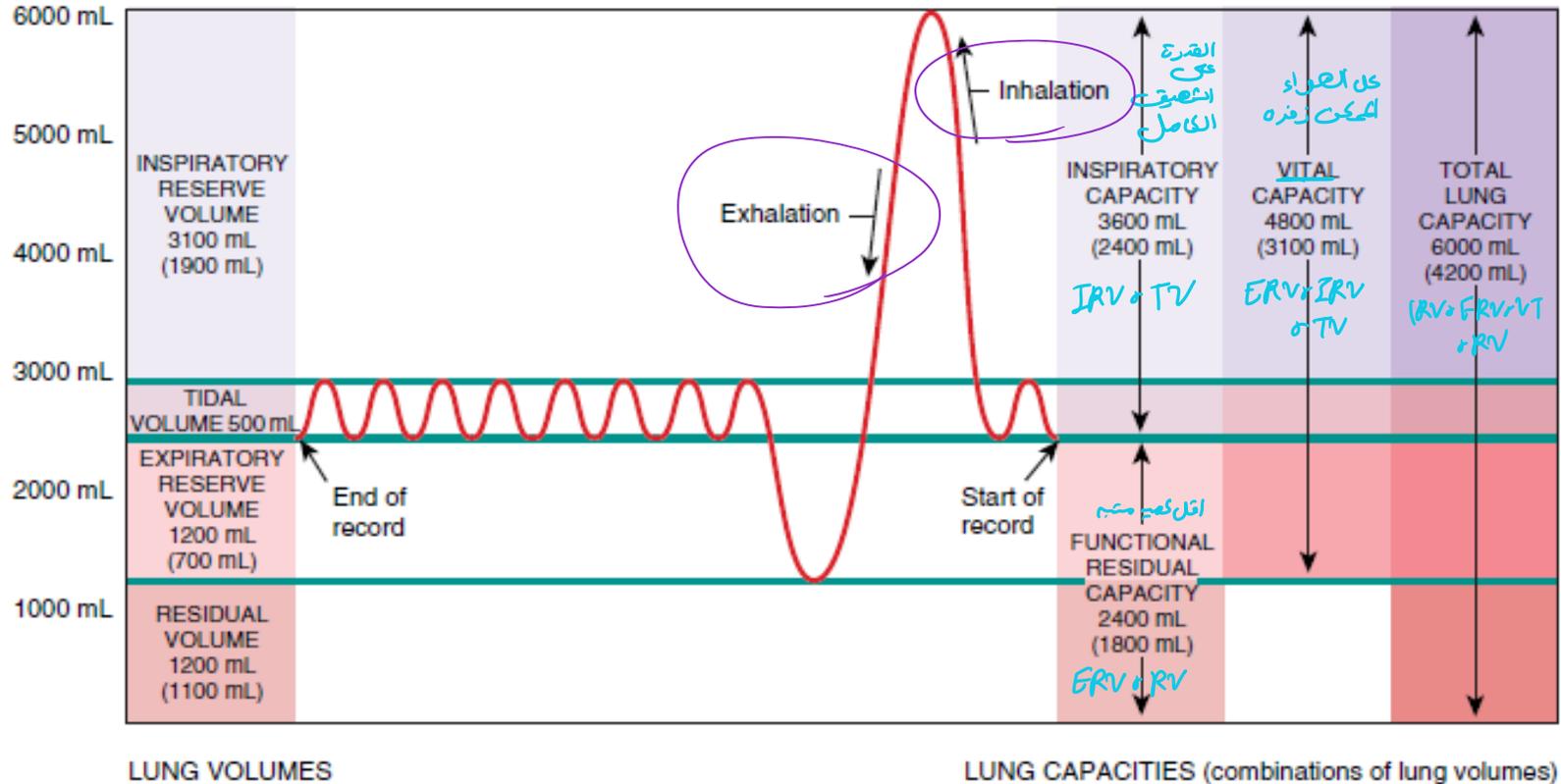
✓ Lower-than-normal minute ventilation usually is a **sign of pulmonary malfunction**.

✓ The apparatus commonly used to measure the volume of air exchanged during breathing and the respiratory rate is **a spirometer or respirometer**.

✓ The record is called a **spirogram**. **Inhalation** is recorded as an upward deflection, and **exhalation** is recorded as a downward deflection.

Figure 23.15 Spirogram of lung volumes and capacities. The average values for a healthy adult male and female are indicated, with the values for a female in parentheses. Note that the spirogram is read from right (start of record) to left (end of record).

Key: Lung capacities are combinations of various lung volumes.



LUNG VOLUMES AND CAPACITIES

Tidal volume varies considerably from one person to another and in the same person at different times.

✓ The **alveolar ventilation rate** is the volume of air per minute that actually reaches the respiratory zone.

الذي يدخله فعلياً أي منطقة التبادل الغازي في الرئتين بحيث

• ممش كل الهواء الذي نستنشقه يصل للحويصلات فقط الهواء الذي يصل للحويصلات → يسمى Alveolar ventilation

✓ **Several other lung volumes are defined relative to forceful breathing.** In general, these volumes are larger in males, taller individuals, and younger adults, and smaller in females, shorter individuals, and the elderly. Various disorders also may be diagnosed by comparison of actual and predicted normal values for a patient's gender, height, and age.

✓ **Lung capacities** are combinations of various lung volumes.

LUNG VOLUMES AND CAPACITIES

- By taking a very deep breath, you can inhale a good deal more than 500 mL. This **additional inhaled air**, called the **inspiratory reserve volume**, is about 3100 mL in an average adult male and 1900 mL in an average adult female.

- Even more air can be inhaled if inhalation follows forced exhalation. If you inhale normally and then exhale as forcibly as possible, you should be able to push out considerably more air in addition to the 500 mL of tidal volume. The extra 1200 mL in males and 700 mL in females is called the **expiratory reserve volume**.

الهواء الإضافي الذي يمكن استنشاقه بعد الشهيق العادي = *Inspiratory reserve volume*
الهواء الإضافي الذي يمكن دفعه عند الزفير القسري = *Expiratory reserve volume*

- **The forced expiratory volume in 1 second, (FEV1.0)** is the volume of air that can be exhaled from the lungs in 1 second with maximal effort following a maximal inhalation. Typically, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) greatly reduces FEV1.0 because COPD increases airway resistance.

الترجمة:
الحجم الزفيري القسري في ثانية واحدة (FEV1.0) هو حجم الهواء الذي يمكن زفره من الرئة في ثانية واحدة بأقصى جهد بعد شهيق كامل.
الشرح:
عادة، مرض الانسداد الرئوي المزمن (COPD) يقلل بشكل كبير من FEV1.0 لأن COPD يزيد مقاومة الممرات الهوائية.

FEV1.0 → مؤشر مهم لتقييم أمراض الانسداد الرئوي

إذا المقاومة في الشعب الهوائية ↑ → حجم الزفير القسري في ثانية واحدة ↓

LUNG VOLUMES AND CAPACITIES

- Even after the expiratory reserve volume is exhaled, considerable air remains in the lungs, is called the **residual volume** and amounts to about 1200 mL in males and 1100 mL in females.
ERV ✓ *كمية الهواء المتبقية* *يُسمى*
- **Inspiratory capacity** is the sum of tidal volume and inspiratory reserve volume (500 mL + 3100 mL = 3600 mL in males and 500 mL + 1900 mL = 2400 mL in females).
بعد الصقيع الطبيعي أكثر كمية هواء يمكن استنشاقها قسماً *TV + IRV*
- **Functional residual capacity** is the sum of residual volume and expiratory reserve volume (1200 mL + 1200 mL = 2400 mL in males and 1100 mL + 700 mL = 1800 mL in females).
كمية الهواء المتبقية في الرئة بعد الزفير الطبيعي *RV + ERV*

LUNG VOLUMES AND CAPACITIES

يمكن تخيلي الرئة كأنها خزان ماء:

- TV = نفس يومي ✓
- IRV = شهيق قوي ✓
- ERV = زفير قوي ✓
- RV = الماء اللي ما يطلع أبداً ✓
- VC = كل الماء اللي تقدر تتحركه ✓
- TLC = كل الماء داخل الخزان ✓

$$IC = TV + IRV$$
$$FRC = RV + ERV$$
$$VC = IRV + ERV + TV$$

مجموعهم

$$IRV + ERV + TV$$

أكبر كمية هواء يمكن إخراجها بعد شهيق كامل

○ **Vital capacity** is the sum of inspiratory reserve volume, tidal volume, and expiratory reserve volume (4800 mL in males and 3100 mL in females).

○ Finally, **total lung capacity** is the sum of vital capacity and residual volume (4800 mL + 1200 mL = 6000 mL in males and 3100 mL + 1100 mL = 4200 mL in females).

الرقم في القلب

EXCHANGE OF OXYGEN AND CARBON DIOXIDE

☆ اي به بعض هرون السلايدات

CO₂ 8/1000 في نون / 8 لادده
اكتر يرجع ل الغنيه يورقم 3 على التمهيد

● The exchange of oxygen and carbon dioxide between alveolar air and pulmonary blood occurs via passive diffusion, which is governed by the behavior of gases by two gas laws, Dalton's law and Henry's law.

الانتقال الطبيعي للغازات من منطقة ضغط أعلى → منطقة ضغط أقل = Passive Diffusion

ضغط عالي ← ضغط قليل

تعتمد على قانون دالتون
Dalton's
Henry's

صم اعرف الفرق بينهم

● Dalton's law is important for understanding how gases move down their pressure gradients by diffusion, and Henry's law helps explain how the solubility of a gas relates to its diffusion.

كيف يرتبط ذوبان الغاز في السائل بدرجة انتشاره

GAS LAWS: DALTON'S LAW AND HENRY'S LAW

- ✓ According to Dalton's law, each gas in a mixture of gases exerts its own pressure as if no other gases were present. مختص
- The pressure of a specific gas in a mixture is called its **partial pressure** (P_x). مختص بجانب مع غازه داخل خليط
- The total pressure of the mixture is calculated simply by **adding all of the partial pressures.** *
- ✓ Atmospheric air is a mixture of gases—nitrogen (N_2), oxygen (O_2), argon (Ar), carbon dioxide (CO_2), variable amounts of water vapor (H_2O), plus other gases present in small quantities. ✓ ✓ ✓

GAS LAWS: DALTON'S LAW AND HENRY'S LAW

● We can determine the **partial pressure** exerted by each component in the mixture by **multiplying the percentage of the gas in the mixture by the total pressure of the mixture**. Atmospheric air is 78.6% nitrogen, 20.9% oxygen, 0.093% argon, 0.04% carbon dioxide, and 0.06% other gases; a variable amount of water vapor is also present.

○ These partial pressures **determine** the movement of O_2 and CO_2 between the atmosphere and lungs, between the lungs and blood, and between the blood and body cells. Each gas **diffuses** across a **permeable membrane** from the area where its partial pressure is greater to the area where its partial pressure is less. **The greater the difference in partial pressure, the faster the rate of diffusion.**

• فرق الضغط = المحرك الرئيسي للغازات
• فرق كبير → الغاز ينتشر أسرع

21

GAS LAWS: DALTON'S LAW AND HENRY'S LAW

8
اضروف
ببرغم
مقارنة
الكمية
بسطح
الضغط

Compared with inhaled air, alveolar air has less O₂ and more CO₂ while exhaled air contains more O₂ than alveolar air and less CO₂.

هاد هيب انتقاله بينت الرئة والماء والبرغم
قل ما كان الفرق في الضغط الجزئي (Difference in partial pressure) اقل - كان معدل الانتشار (Diffusion) السريع واعلى
سواء الي بطلص
لبنا
O₂ اكثر قليلا من هواء الكروبيلا
CO₂ اقل قليلا من هواء الكروبيلا

تقابل
مع كميته
الغاز الناتجة
تتناسب طرديا
Henry's law states that the quantity of a gas that will dissolve in a liquid is proportional to the partial pressure of the gas and its solubility. **In body fluids, the ability of a gas to stay in solution is greater when its partial pressure is higher and when it has a high solubility in water.** The higher the partial pressure of a gas over a liquid and the higher the solubility, the more gas will stay in solution. **In comparison to oxygen, much more CO₂ is dissolved in blood plasma because the solubility of CO₂ is 24 times greater than that of O₂.** Even though the air we breathe contains mostly N₂, this gas has no known effect on bodily functions, and at sea level pressure very little of it dissolves in blood plasma **because its solubility is very low.**

كلما ↑ الضغط الجزئي او ↑ ذوبان الغاز → ↑ كمية الغاز المذابة في الدم
في سوائل الجسم، قدرة الغاز على البقاء مذابا تزداد عندما يكون ضغطه الجزئي اعلى وعندما تكون قابليته للذوبان في الماء عالية

Henry's law

EXTERNAL AND INTERNAL RESPIRATION

- **Pulmonary gas exchange** is the diffusion of O₂ from air in the alveoli of the lungs to blood in pulmonary capillaries and the diffusion of CO₂ in the opposite direction.
8 ذرات انومي هـ ف
نطلع من الدم الى الرئتين
- Respiration in the lungs converts deoxygenated blood (depleted of some O₂) coming from the right side of the heart into oxygenated blood (saturated with O₂) that returns to the left side of the heart.

EXTERNAL AND INTERNAL RESPIRATION

☐ The number of capillaries near alveoli in the lungs is very large, and blood flows slowly enough through these capillaries that it picks up a maximal amount of O₂.

اندفاعية شات يعمل pickup كافي للـ O₂

● During vigorous exercise, when cardiac output is increased, blood flows more rapidly through both the systemic and pulmonary circulations. As a result, blood's transit time in the pulmonary capillaries is shorter.

في بالصحة
جهد شديدا
من الدم
منه

● In diseases that decrease the rate of gas diffusion, however, the blood may not come into full equilibrium with alveolar air, especially during exercise. When this happens, the PO₂ declines and PCO₂ rises in systemic arterial blood.

الضغط
الجزئي للأوكسجين

الضغط
الجزئي للكربون

نخ الرئة

EXTERNAL AND INTERNAL RESPIRATION

- ❖ The left ventricle pumps oxygenated blood into the aorta and through the systemic arteries to systemic capillaries. **The exchange of O₂ and CO₂ between systemic capillaries and tissue cells is called internal respiration or systemic gas exchange.**
- ❖ As O₂ leaves the bloodstream, oxygenated blood is converted into deoxygenated blood.
لما الأكسجين يطلع من الدم ويدخل الخلايا
الدم يتحول من:
•Oxygenated → Deoxygenated
- ❖ **Unlike external respiration, which occurs only in the lungs, internal respiration occurs in tissues throughout the body.**

عكس

جهاز (lungs) رئة

لما يطلع بالدم
الأكسجين

EXTERNAL AND INTERNAL RESPIRATION

- The PO_2 of blood pumped into systemic capillaries is higher (100 mmHg) than the PO_2 in tissue cells (40 mmHg at rest) because the cells constantly use O_2 to produce ATP.
- While O_2 diffuses from the systemic capillaries into tissue cells, CO_2 diffuses in the opposite direction. Because tissue cells are constantly producing CO_2 , the PCO_2 of cells (45 mmHg at rest) is higher than that of systemic capillary blood (40 mmHg).
- The **deoxygenated blood then returns to the heart** and is **pumped to the lungs for another cycle of external respiration.**

تissue ال CO_2
systemic ال

O_2/CO_2

لے یا غائب ہونے لگتی ہیں

THE RATE OF PULMONARY AND SYSTEMIC GAS EXCHANGE DEPENDS ON SEVERAL FACTORS:

في كثير من يعطى اذ ساهبه الدم

فرق الضغط الجزئي للغازات

Partial pressure difference of the gases. Alveolar PO_2 must be higher than blood PO_2 for oxygen to diffuse from alveolar air into the blood. The differences between PO_2 and PCO_2 in alveolar air versus pulmonary blood increase during exercise.

• الخلايا تستهلك O_2 أكثر
• تنتج CO_2 أكثر
• الفرق يكبر → التبادل يصير أسرع

سرعة تبادل الغازات تعتمد على:

- 1 فرق الضغط
- 2 المساحة
- 3 المسافة
- 4 الذوبان والوزن

Surface area available for gas exchange. The surface area of the alveoli is huge. In addition, many capillaries surround each alveolus, so many that as much as 900 mL of blood is able to participate in gas exchange at any instant.

← حقد انهم
يشاءون يتبدل
الغازات في اي
كفلة

THE RATE OF PULMONARY AND SYSTEMIC GAS EXCHANGE DEPENDS ON SEVERAL FACTORS:

- **Diffusion distance.** The respiratory membrane is very thin, so diffusion occurs quickly. Buildup of interstitial fluid between alveoli, as occurs in pulmonary edema, slows the rate of gas exchange because it increases diffusion distance.
Handwritten notes: كل صغائر (all alveoli), كانت شغلها الضيق أكثر (it was more crowded), تجمع السوائل بين الحويصلات (fluid accumulates between alveoli), اصعب (harder).
- **Molecular weight and solubility of the gases.** Because O₂ has a lower molecular weight than CO₂, it could be expected to diffuse across the respiratory membrane about 1.2 times faster. However, the solubility of CO₂ in the fluid portions of the respiratory membrane is about 24 times greater than that of O₂. Taking both of these factors into account, net outward CO₂ diffusion occurs 20 times more rapidly than net inward O₂ diffusion.
Handwritten notes: ذائبة أكثر 24 (24 times more soluble), هذا أسرع (this is faster), O₂ ← CO₂ (O₂ ← CO₂), المنفرد (separate), الأثقل (heavier), الأثقل (heavier), المنفرد (separate).

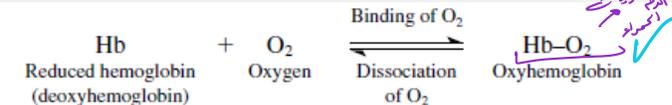
TRANSPORT OF OXYGEN AND CARBON DIOXIDE: OXYGEN TRANSPORT

حاجت مشروع به صوي

الفين يرها على نزل تصاب - 2025/12/8 الاثنين

- Oxygen does not dissolve easily in water, so only about 1.5% of inhaled O₂ is dissolved in blood plasma.
- **About 98.5% of blood O₂ is bound to hemoglobin in red blood cells** (the amount dissolved in the plasma is 0.3 mL and the amount bound to hemoglobin is 19.7 mL.).

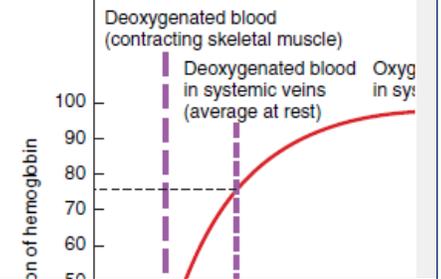
• الهيموغلوبين = وسيلة نقل O₂
 • بدون الهيموغلوبين → ما بقدر ننقل كمية كافية من الاكسجين
 • اغلب O₂ راكب على Hb مش حر في الدم



مع زيادة الـ O₂ في الدم
 الـ Hb يربط الـ O₂
 الـ Hb-O₂ يتكون

The 98.5% of the O₂ that is bound to hemoglobin is trapped inside RBCs, so only the dissolved O₂ (1.5%) can diffuse out of tissue capillaries into tissue cells. Thus, it is important to understand the factors that promote O₂ binding to and dissociation (separation) from hemoglobin.

The Relationship between Hemoglobin



THE RELATIONSHIP BETWEEN HEMOGLOBIN AND OXYGEN PARTIAL PRESSURE

● The most important factor that determines how much O_2 binds to hemoglobin is the PO_2 ; the higher the PO_2 , the more O_2 combines with Hb.

O_2 يمسك Hb → عالي (مثل الرئتين) PO_2
 O_2 يترك Hb → واطي (مثل الأنسجة) PO_2
يعني الهيموغلوبين نكي 😊

$PO_2 \uparrow$ → عدد الجزيئات
أي زيادة متوسط
مع الـ Hb

كلما زاد اعرف من الـ Hb
يطلع ويترك يكون جزئيا ملبع
صحة ضغط الـ O_2
تصير

كلما قل
الـ O_2
الـ Hb

● When reduced hemoglobin (Hb) is completely converted to oxyhemoglobin (Hb- O_2), the hemoglobin is said to be fully saturated; when hemoglobin consists of a mixture of Hb and Hb- O_2 , it is partially saturated. The percent saturation of hemoglobin expresses the average saturation of hemoglobin with oxygen. For instance, if each hemoglobin molecule has bound two O_2 molecules, then the hemoglobin is 50% saturated because each Hb can bind a maximum of four O_2 .

صحيح
الـ Hb

عنده 4 أماكن Hb
2 مشغولين → 50%
4 مشغولين → 100%

30

OTHER FACTORS AFFECTING THE AFFINITY OF HEMOGLOBIN FOR OXYGEN

P_{O_2} ← از اون عامله ای

1. **Acidity (pH):** As acidity increases (pH decreases), the affinity of hemoglobin for O₂ decreases, and O₂ dissociates more readily from hemoglobin. **The Bohr effect** works both ways: An increase in hydrogen ion in blood causes O₂ to unload from hemoglobin, and the binding of O₂ to hemoglobin causes unloading of hydrogen ion from hemoglobin (hemoglobin can act as a buffer for hydrogen ions).

pH ↑ → H⁺ ↓ → ارتباط از Hb مع O₂ بکوتن کمتر

↑ H⁺

قدت از Hb ایست بک از O₂

↑ pH ← H⁺ ↓
← Hb-O₂ ↓

Hb & O ₂	pH / H ⁺	المكان
O ₂ (full saturation) <small>يمسك</small>	أقل حامضية H^+ ↓	الرئة (Lungs)
O ₂ (release) <small>يتترك</small>	أكثر حامضية H^+ ↑	الأنسجة

از الـ تو فتره بقدره از Hb ایست ایست بک ایست بک O₂

OTHER FACTORS AFFECTING THE AFFINITY OF HEMOGLOBIN FOR OXYGEN

- 3. **Temperature:** Within limits, as temperature increases, so does the amount of O₂ released from hemoglobin. During hypothermia (lowered body temperature) cellular metabolism slows, the need for O₂ is reduced, and more O₂ remains bound to hemoglobin.

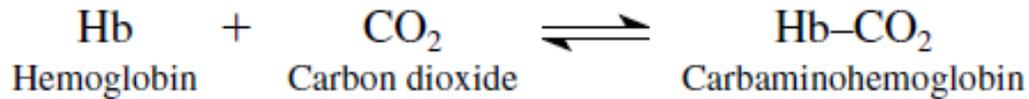
● CARBON DIOXIDE TRANSPORT

Under normal resting conditions, each 100 mL of deoxygenated blood contains the equivalent of 53 mL of **gaseous CO₂, which is transported in the blood in three main forms:**

1. ✓ **Dissolved CO₂.** The **smallest percentage**—about 7%—is dissolved in blood plasma. On reaching the **lungs**, it **diffuses into alveolar air and is exhaled.** هو موجود بالدم
و يفرغه في الرئتين
2. **Carbamino compounds.** somewhat **higher percentage, about 23%, combines with the amino groups of amino acids and proteins** in blood to form **carbamino compounds.** **Because the most prevalent protein in blood is hemoglobin** (inside red blood cells), **most of the CO₂ transported in this manner is bound to hemoglobin.** تتلاقح مع مرتب مع amino acid + بروتين
لأنه أكثر بروتين في الدم لذلك يكون الرئتين مرتب مع

CARBON DIOXIDE TRANSPORT

chains. Hemoglobin that has bound CO₂ is termed **carbaminohemoglobin (Hb-CO₂)**:



The formation of carbaminohemoglobin is greatly influenced by PCO₂. For example, in tissue capillaries PCO₂ is relatively high, which promotes formation of carbaminohemoglobin. But in pulmonary capillaries, PCO₂ is relatively low, and the CO₂ readily splits apart from globin and enters the alveoli by diffusion.

تتجهل

لدى
عادت يبع

في الأنسجة (PCO₂ عالي)
- الخلايا تعمل التنفس الخلوي - تنتج CO₂ كمنتج نفايات.
- لذا CO₂ يدخل الدم بسهولة.
- المنتجات النشطة الأخرى من CO₂ في الدم تكون مرتبطة نسبياً بالمخازن مع الهيموغلوبين.
- معادن الحديد الدم يمتص CO₂ بسهولة ويكون carbaminohemoglobin
- يمتص: الأنسجة تنتج CO₂ - يزيد الضغط الجزئي - الدم يمتصه

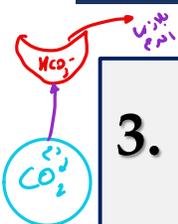
في الرئة (PCO₂ منخفض)
- الهيموغلوبين مليئة هواء جوي عند التهوية - CO₂ فيها قليل.
- لذا الدم يوصل الرئة الفرق في الضغط الجزئي كبير: PCO₂ أعلى في الدم والقل في الهيموغلوبين.
- المنتجات CO₂ يمتص عن الهيموغلوبين - ينتقل للهواء - يفر.

يكتسب: الرئة فيها CO₂ قليل - الدم يفرغ CO₂ - الزفير يحصل

35

CARBON DIOXIDE TRANSPORT

3. Bicarbonate ions. The greatest percentage of CO_2 —about 70%—is transported in blood plasma as bicarbonate ions. Thus, as blood picks up CO_2 , bicarbonate ion accumulates inside RBCs. Some bicarbonate ion moves out into the blood plasma, down its concentration gradient. In exchange, chloride ions move from plasma into the RBCs. This exchange of negative ions, which maintains the electrical balance between blood plasma and RBC cytosol, is known as the chloride shift. The **net effect** of these reactions is that CO_2 is removed from tissue cells and transported in blood plasma as bicarbonate ion. As blood passes through pulmonary capillaries in the lungs, all of these reactions reverse and CO_2 is exhaled.



في الأنسجة:

- 1 ينتج من خلايا الأنسجة CO_2
- 2 HCO_3^- يدخل كريات الدم الحمراء ويتحول إلى CO_2
- 3 أثناء هذه العملية، أيونات Cl^- تتحرك إلى داخل الخلية لتعويض الشحنات الكهربائية (chloride shift).
- 4 على شكل بيكربونات للربوة CO_2 ينتقل إلى بلازما الدم → الدم يحمل HCO_3^- في الربوة.

من بلازما الدم يعود إلى كريات الدم الحمراء: HCO_3^-

2 يتحول HCO_3^- مرة أخرى إلى CO_2 .

3 ينتقل من الدم إلى الحويصلات → ثم يُزفر خارج الجسم CO_2

Handwritten notes in Arabic:
 HCO_3^- ينتقل إلى بلازما الدم عبر غشاء الخلية. في خلايا الأنسجة، CO_2 يدخل كريات الدم الحمراء ويتحول إلى HCO_3^- . هذا هو النقل الكهربي (chloride shift).
 في خلايا الدم الحمراء، HCO_3^- يخرج من الخلية إلى بلازما الدم، وفي المقابل، Cl^- يدخل من البلازما إلى الخلية.
 هذا النقل الكهربي يحافظ على التوازن الكهربائي بين بلازما الدم وبلازما الخلية.

Handwritten signature: Charan Shukla

36

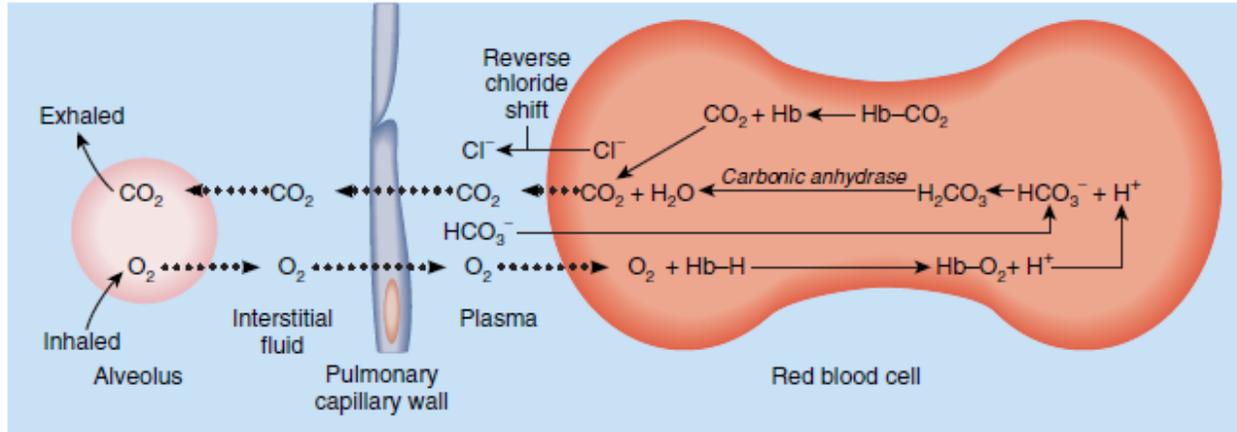
● CARBON DIOXIDE TRANSPORT

❖ The amount of CO₂ that can be transported in the blood is influenced by the percent saturation of hemoglobin with oxygen. The lower the amount of oxyhemoglobin (Hb-O₂), the higher the CO₂-carrying capacity of the blood, a relationship known as the **Haldane effect**.

ادایب الـ HbO₂ ↓ كمية الـ CO₂ الی سعة ترتبط مع الـ Hb

SUMMARY OF GAS EXCHANGE AND TRANSPORT IN LUNGS AND TISSUES

Hemoglobin inside red blood cells transports O_2 , CO_2 , and H^+ .



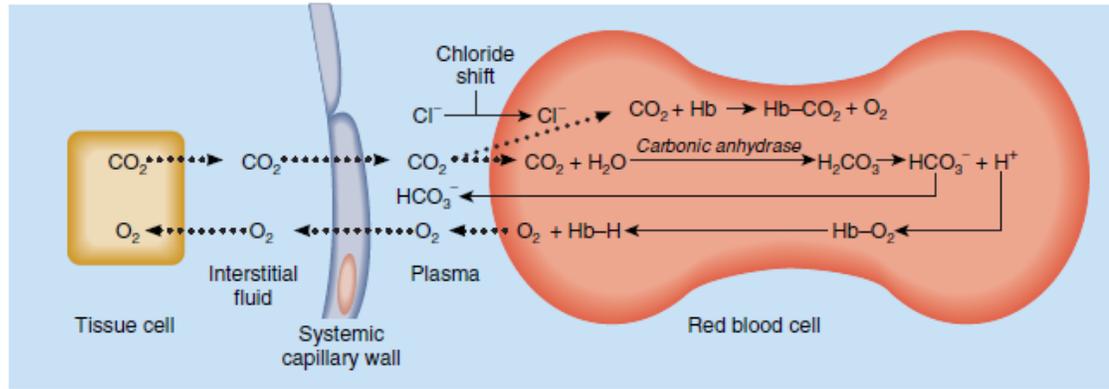
(a) Exchange of O_2 and CO_2 in pulmonary capillaries (external respiration)

Summary of chemical reactions that occur during gas exchange. (a) As carbon dioxide (CO_2) is exhaled, hemoglobin (Hb) inside red blood cells in pulmonary capillaries unloads CO_2 and picks up O_2 from alveolar air. Binding of O_2 to Hb-H releases hydrogen ions (H^+). Bicarbonate ions (HCO_3^-) pass into the RBC and bind to released H^+ , forming carbonic acid (H_2CO_3). The H_2CO_3 dissociates into water (H_2O) and CO_2 , and the CO_2 diffuses from blood into alveolar air. To maintain electrical balance, a chloride ion (Cl^-) exits the RBC for each HCO_3^- that enters (reverse chloride shift). (b) CO_2 diffuses out of tissue cells that produce it and enters red blood cells, where some of it binds to hemoglobin, forming carbaminohemoglobin (Hb- CO_2). This reaction causes O_2 to dissociate from oxyhemoglobin (Hb- O_2). Other molecules of CO_2 combine with water to produce bicarbonate ions (HCO_3^-) and hydrogen ions (H^+). As Hb buffers H^+ , the Hb releases O_2 (Bohr effect). To maintain electrical balance, a chloride ion (Cl^-) enters the RBC for each HCO_3^- that exits (chloride shift).

توضیح کلی



SUMMARY OF GAS EXCHANGE AND TRANSPORT IN LUNGS AND TISSUES



(b) Exchange of O₂ and CO₂ in systemic capillaries (internal respiration)

Summary of chemical reactions that occur during gas exchange. (a) As carbon dioxide (CO₂) is exhaled, hemoglobin (Hb) inside red blood cells in pulmonary capillaries unloads CO₂ and picks up O₂ from alveolar air. Binding of O₂ to Hb-H releases hydrogen ions (H⁺). Bicarbonate ions (HCO₃⁻) pass into the RBC and bind to released H⁺, forming carbonic acid (H₂CO₃). The H₂CO₃ dissociates into water (H₂O) and CO₂, and the CO₂ diffuses from blood into alveolar air. To maintain electrical balance, a chloride ion (Cl⁻) exits the RBC for each HCO₃⁻ that enters (reverse chloride shift). (b) CO₂ diffuses out of tissue cells that produce it and enters red blood cells, where some of it binds to hemoglobin, forming carbaminohemoglobin (Hb-CO₂). This reaction causes O₂ to dissociate from oxyhemoglobin (Hb-O₂). Other molecules of CO₂ combine with water to produce bicarbonate ions (HCO₃⁻) and hydrogen ions (H⁺). As Hb buffers H⁺, the Hb releases O₂ (Bohr effect). To maintain electrical balance, a chloride ion (Cl⁻) enters the RBC for each HCO₃⁻ that exits (chloride shift).



هنا حكيما إنه ال Respiratory center فيه زي مكتبين:
 عندنا مكتب اللي هو Medullary respiratory center، موجود في medulla oblongata.

وعندنا Pontine respiratory group، الموجود في pons.

هنا اللي بصير إنه النيورونز، زي ما كنا نحكي:

- sensory neurons
- interneurons
- motor neurons

هذول موجودين وين؟

بال brain، وهون بيكون عندنا بالذات interneurons.

زي ما كنا نحكي، في عنا sensory receptors

بالكارديو فاسكولر سيستم، وهم:

- Baroreceptors
- Chemoreceptors

وهون كمان بالجهاز التنفسي عندي:

- Chemoreceptors
- Baroreceptors

لكن في فرقين مهمين بينهم

Pontine respiratory group

ال pontine respiratory group وظيفته فقط:

• يكون كمعبر

• ينقل الرسائل العصبية الجاية من فوق
 • ويوصلها على medullary center

الدول
 عكازمان
 تحكي عن

هوا بحكي عن ال
 dorsal
 ventral

Peripheral chemoreceptors:

• موجودة عند:

- aortic arch
- carotid bodies

• تتأثر بـ:

- partial pressure of O₂
- partial pressure of CO₂

موجود بالدمان

Central chemoreceptors:

• موجودة في medulla oblongata

• للتغير في sensitive:

- H⁺ concentration في cerebrospinal fluid

• لأنه الدماغ يشتغل بشكل منفصل عن باقي الجسم

ال medullary respiratory center بيحتوي على جروبين:

- 1 Dorsal respiratory group
- 2 Ventral respiratory group

أهم معلومة:

• **Ventral respiratory group** بصير active لما نحتاج forceful breathing.

Forceful vs Normal breathing

حكيما انو بصير من
 normal inhalation
 بعدها
 forceful inhalation
 activation
 2 groups

خلينا نوضح:

Baroreceptors / Stretch receptors

زي ما حكيما بالكارديو فاسكولر: hypertensive
 • stretch receptors هي baroreceptors

هون بالجهاز التنفسي:

• موجودة بال bronchi و bronchioles
 • تتأثر بتغير:

- respiratory rate

• خلال forceful inhalation

• الشخص بعمل أول شي normal inhalation

• وبعدها forceful inhalation

• به الحالة بصير activation:

• للدورسال

• وللفنترال

→ يعني both systems active

• ما في contraction / ما عنده ضايق لاند

• العملية passive بسبب elasticity

لو واه عاون بعمل forced exhalation
 هاد ما يعمل normal exhalation؟ لانو بال normal

• خلال forceful exhalation

• ما بصير activation للدورسال

• بصير activation للفنترال فقط

• activation for ventral

واضحة المعلومة يا جماعة؟

آه، تمام، واضحة. ممتاز.

آخر شيء رح نحكي عنه هو العوامل (factors) اللي بتأثر على breathing.

أول عامل هو Limbic system stimulation.

الـ limbic system إنتوا بتعرفوه، إحنا بنشبهه كأنه ساعة بيولوجية. مثلاً: إذا إنت كل يوم متعود تصحى على ساعة معينة، جسمك بصير تلقائياً يصحى بنفس الوقت، لأنه تعود. هاي الفكرة هي اللي بنسميها limbic system.

الـ limbic system ما بصير له activation إلا إذا صار عندك stimulation أو emotional activity.

مثلاً: إذا توترت، زعلت، أو كنت عم تعمل exercise. هون بصير activation للـ limbic system.

طيب شو بصير؟

أكد رح يزيد depth of breathing، وبالتالي breathing rate بده يزيد.

عامل ثاني: Temperature (الحرارة) لما تزيد حرارة الجسم، شو بصير بالبريثلينغ؟
→ يزيد

عامل ثالث: Pain (الألم) الألم كمان بعمل stimulation، وبالتالي شو بصير بالبريثلينغ rate؟
→ يزيد

هاي العوامل ملخصة بهذا الجدول. في عنا بعض العوامل اللي بتزيد breathing rate، وفي عنا بعض العوامل اللي بتقلل breathing rate.

اطلعوا يا جماعة: إذا زاد الألم شو بده يصير بالـ breathing rate؟
→ حيزيد

إذا زادت body temperature؟
→ كمان حيزيد

يوم يزيد partial pressure للـ CO₂، بده يزيد breathing rate، ليش؟
لأنه بده يعوض النقص اللي صار عنده بالـ O₂، مثل يوم ينقص partial pressure تبع O₂، صح؟
راح يزيد breathing rate.

إذا واحد عنده قلّ الضغط (low blood pressure)، بده يزيد breathing rate، صح؟

ليش؟
لأنه عشان يرجع للحالة الطبيعية، لأنه هو أصلاً الجسم عنده نقصان بالـ O₂، فهون شغله على اللانغز شو بده يصير؟
زيادة، حتى تجيب O₂ أكثر وأكثر ويدخل على الجسم أكسجين أكثر.

فيما يقل blood pressure، شو راح يصير بالـ breathing rate؟
→ بده يزيد

بالـ prolonged pain، كل ما زاد الألم شو بده يصير بالـ breathing rate and depth؟
→ بده يزيد

Inflation reflex الـ inflation reflex هو كيف الجسم يستجيب لتمدد الرئتين.

الـ stretch receptors (زي الباروريسبتورن) هل بتضلها active إذا الجسم بحالة rest ومش عم يعمل forceful inhalation؟
لا، صح.

فالريفلكس الطبيعي هو inhibition؛ يعني بصير عندنا تثبيط للـ stretch receptors أو baroreceptors، وبهذا الشكل بتوقف الاستجابة.

نفس الشيء خلال عملية الإكسهليشن: هل بالإكسهليشن عندنا contraction للـ external intercostal muscles أو diaphragmatic muscles؟
لا.

فشو بصير؟ بتتوقف عملية الإنهاليشن، وما في أي contraction. وهذا الشيء بنسميه inflation reflex.

يعني الرئتين بترجع لوضعها الطبيعي، وهي مش بحاجة حالياً لأي contraction جديد

دكتورة - أه تفضلي

هون إله دخل بالـ negative feedback system؟

- بالضبط، عشان هيك بارجع تدريجياً

TABLE 23.3

Summary of Stimuli That Affect Breathing Rate and Depth

STIMULI THAT INCREASE BREATHING RATE AND DEPTH	STIMULI THAT DECREASE BREATHING RATE AND DEPTH
Voluntary hyperventilation controlled by cerebral cortex and anticipation of activity by stimulation of limbic system.	Voluntary hypoventilation controlled by cerebral cortex.
Increase in arterial blood P _{CO₂} above 40 mmHg (causes an increase in H ⁺) detected by peripheral and central chemoreceptors.	Decrease in arterial blood P _{CO₂} below 40 mmHg (causes a decrease in H ⁺) detected by peripheral and central chemoreceptors.
Decrease in arterial blood P _{O₂} from 105 mmHg to 50 mmHg.	Decrease in arterial blood P _{O₂} below 50 mmHg.
Increased activity of proprioceptors.	Decreased activity of proprioceptors.
Increase in body temperature.	Decrease in body temperature (decreases respiration rate), sudden cold stimulus (causes apnea).
Prolonged pain.	Severe pain (causes apnea).
Decrease in blood pressure.	Increase in blood pressure.
Stretching of anal sphincter.	Irritation of pharynx or larynx by touch or chemicals (causes brief apnea followed by coughing or sneezing).

يوم ما تزيد body temperature، راح تزيد breathing rate and depth. ✓

ويوم ما تعمل stimulation للـ limbic system، شو بصير عندك بالـ breathing rate and depth؟
→ بده يزيد ✓

العكس:

الأشياء اللي بتقلل breathing rate أو depth، مثلاً:

• يوم ما نعمل activation للـ limbic system

• يوم يقل partial pressure للـ CO₂

• يوم يقل partial pressure للـ O₂

• يوم يقل activity للـ proprioceptors

شو علاقة الـ proprioceptors؟

الـ proprioceptors إلها علاقة بالـ skeletal muscles، ✓

فإنت إذا مش عامل كثير contraction، ما راح يزيد عندك breathing rate.

صحيح؟

– اه، صحيح ✓

باجي نحل

حلو، واحد بكون عنده prolonged pain، وواحد بصير عنده severe pain.

تخيلوا الفرق هون، حكينا صح؟

هون شو حكينا: severe pain، شو الاختلاف بينهم؟

ليش الـ prolonged pain زاد الـ breathing rate،

وهذا الـ severe pain قل الـ breathing rate؟

يمكن لأنه الـ prolonged pain بكون ألم طويل أو مطول.

– الم طويل بس بنفس الحدة. ✓

أما الـ severe pain،

– بيكون كثير عالي.

بتعرفوا هذا إيش من شبهه؟

تخيلوا عضلة القلب.

عضلة القلب المفروض تكون قادرة إنها تعمل contraction

در سبقت علی مکان الحدیث

CONTROL OF BREATHING

❖ At rest, about 200 mL of O₂ is used each minute by body cells. During strenuous exercise, however, O₂ use typically increases 15- to 20-fold in normal healthy adults.

✓ Respiratory Center:

- The size of the thorax is altered by the action of the breathing muscles, which contract as a result of nerve impulses transmitted from centers in the brain and relax in the absence of nerve impulses.

CONTROL OF BREATHING

✓ **Respiratory Center:** *صحن تنفسی
المخات والوظائفه*

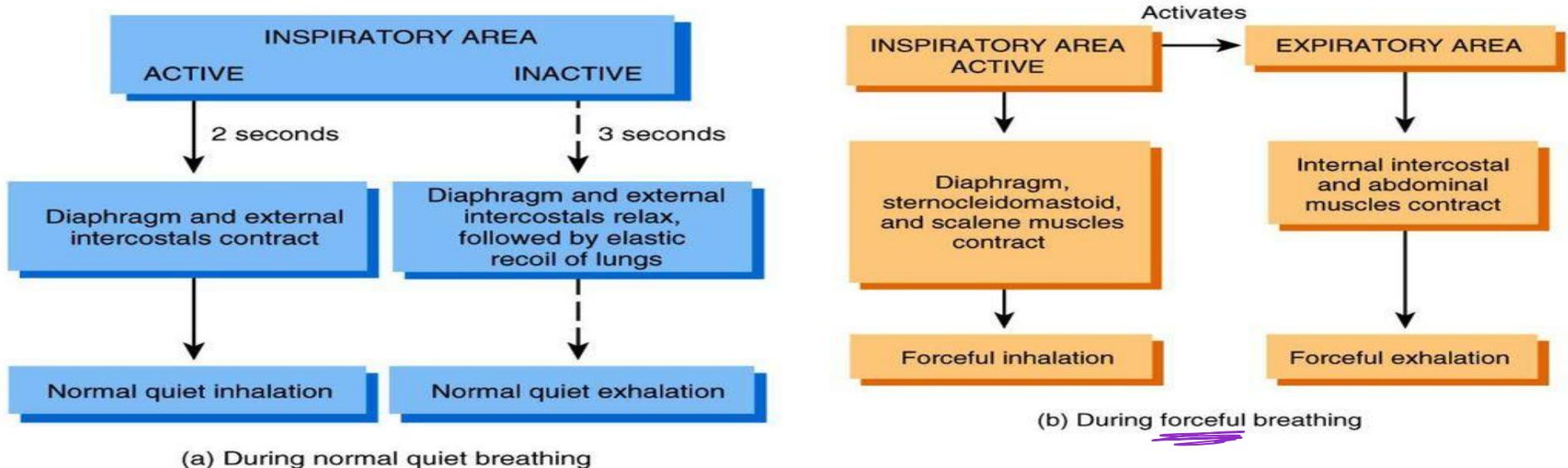
- These nerve impulses are sent from clusters of neurons located bilaterally in the brain stem. This widely dispersed group of neurons, collectively called the respiratory center, can be divided into two principal areas on the basis of location and function: (1) the medullary respiratory center in the medulla oblongata and (2) the pontine respiratory group in the pons.

MEDULLARY RESPIRATORY CENTER

- The medullary respiratory center is **made up of two collections of neurons** called the **dorsal respiratory group (DRG)**, formerly called the **inspiratory area**, and the **ventral respiratory group (VRG)**, formerly called the **expiratory area**.

MEDULLARY RESPIRATORY CENTER

Figure 23.25 Role of the medullary rhythmicity area during normal quiet breathing



MEDULLARY RESPIRATORY CENTER

✓ The **VRG becomes activated when forceful breathing is required**, such as during exercise, when playing a wind instrument, or at high altitudes.

Expiratory center

✓ During forceful inhalation, nerve impulses from the DRG not only stimulate the diaphragm and external intercostal muscles to contract, they also activate neurons of the VRG involved in forceful inhalation to send impulses to the accessory muscles (i.e. sternocleidomastoid) of inhalation.

✓ During forceful exhalation, the DRG is inactive along with the neurons of the VRG that result in forceful inhalation, but neurons of the VRG involved in forceful exhalation send nerve impulses to the accessory muscles of exhalation (i.e. internal intercostals).

مخارج كل واحد منفرد

PONTINE RESPIRATORY GROUP

✓ The **pontine respiratory group (PRG)**, formerly called the **pneumotaxic area**, is a collection of neurons in the pons.

صوتکے یا اثر علی DRG وال VRG
فہر بہ بل اولہ میں اسیلان العصبیہ لہ DRG
وہر تادریعہ

● The neurons in the PRG are active during inhalation and exhalation.

✓ The PRG ^{زیر صیر} transmits nerve impulses to the DRG in the medulla.

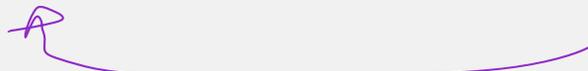
✓ The PRG may play a role in both inhalation and exhalation by modifying the basic rhythm of breathing generated by the VRG, as when exercising, speaking, or sleeping.

تعدیل

REGULATION OF THE RESPIRATORY CENTER

- ✓ Activity of the respiratory center can be modified in response to receptors in the peripheral nervous system, and other factors in order to maintain the homeostasis of breathing.

لجوف التنظّم صابير فقط عبر الـ middle أو PRG مودع
ممكن صبر التنظّم يتأثر بـ



CHEMORECEPTOR REGULATION OF BREATHING

لے بہت کم ہی ہر عماراد *deep* تاغ التنفس

- ✓ Certain chemical stimuli modulate how quickly and how deeply we breathe. The respiratory system functions to maintain proper levels of CO₂ and O₂ and is very responsive to changes in the levels of these gases in body fluids.

ای تعین کرنے والے سے طریق ای *stimuli* کے یا اثر کے اور *proper levels* لہذا فحشاً میں اور *Chem Stimuli* کے تاثر سے طریق میں
دار *O₂* داخل کرنے
بیمہ عیشہ ان تعین کے انظر سے

- We introduced sensory neurons that are responsive to chemicals, called chemoreceptors.

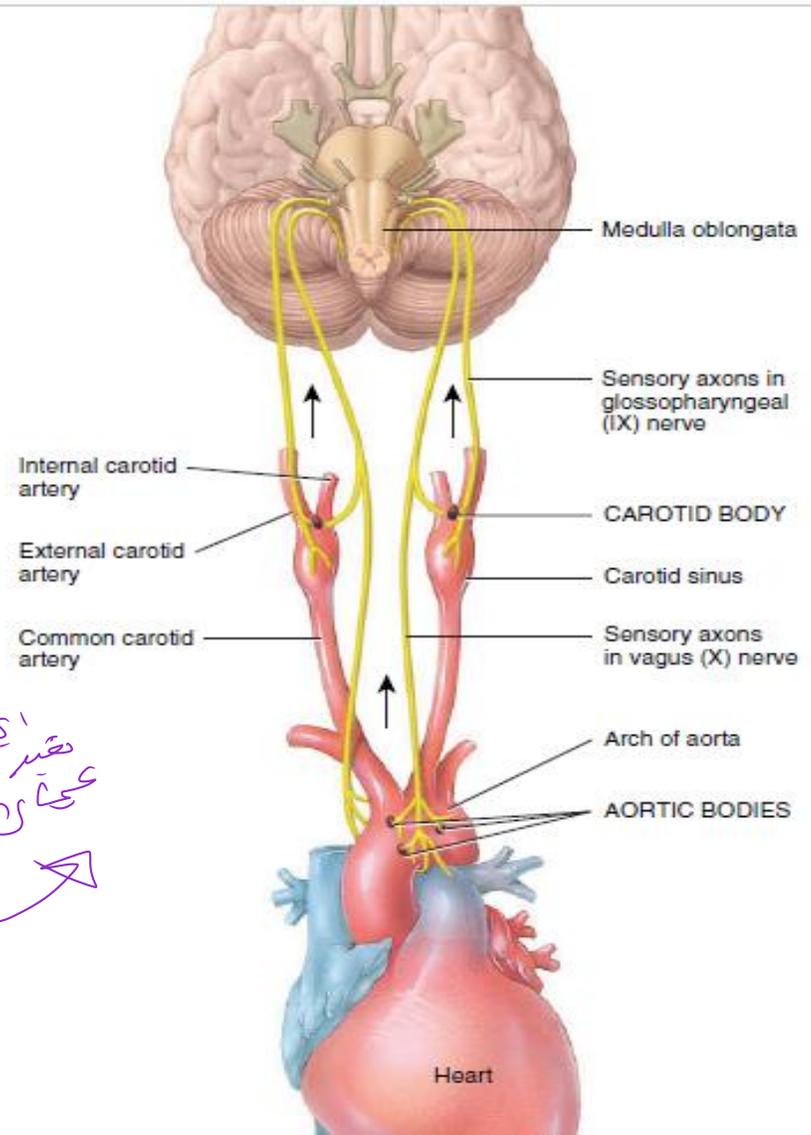
تعمل
کے لیے
صفتی کیمیائی
یا اثر سے
ہاے اور
دیکھ کر ہوا یا سائل تاثر

LOCATIONS OF PERIPHERAL CHEMORECEPTORS

✓ **Chemoreceptors** are sensory neurons that respond to changes in the levels of certain chemicals in the body.

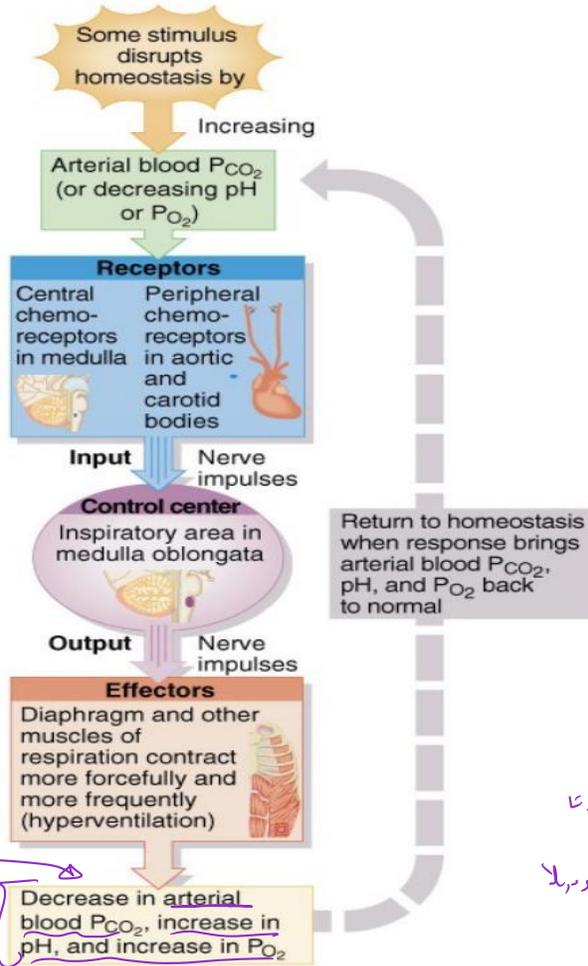
① **Central chemoreceptors** are located in or near the medulla oblongata in the central nervous system. They are sensitive to changes in hydrogen ions in the CSF.

② **Peripheral chemoreceptors** are located in the aortic bodies. They are clusters of chemoreceptors located in the wall of the arch of the aorta, and in the carotid bodies. They are sensitive to changes in PO_2 , hydrogen ions, and PCO_2 in the blood.



Negative Feedback Regulation of Breathing

شرح فصل



- Negative feedback control of breathing
- Increase in arterial pCO2
- Stimulates receptors
- Inspiratory center
- Muscles of respiration contract more frequently & forcefully
- pCO2 Decreases

ای تعییر لک P_{CO_2} / P_{H} / P_{O_2} بد بصر تفعیل لکیمو ادرنا

بمعارج لسیب بصر عیسی

THE INFLATION REFLEX

منزلة عن الصدر
القولج الصدر / القولج
do the lungs

- Similar to those in the blood vessels, stretch-sensitive receptors called baroreceptors or stretch receptors are located in the walls of bronchi and bronchioles.
- When these receptors become stretched during overinflation of the lungs, nerve impulses are sent along the vagus (X) nerves to the dorsal respiratory group (DRG) in the medullary respiratory center. In response, the DRG is inhibited and the diaphragm and external intercostals relax. As a result, further inhalation is stopped and exhalation begins.

لا تنفس
تحدد
بجمل انقباض
عندئذ

Parasymp

inhalation → يوفق
Exhalation → يفسح

THE INFLATION REFLEX

- As air leaves the lungs during exhalation, the lungs deflate and the stretch receptors are no longer stimulated. Thus, the DRG is no longer inhibited, and a new inhalation begins. This reflex is referred to as the inflation reflex. ✓

● OTHER INFLUENCES ON BREATHING

- Limbic system stimulation:** Anticipation of activity or emotional anxiety may stimulate the limbic system, which then sends excitatory input to the DRG, increasing the rate and depth of breathing.
- Temperature**
- Pain**
- Stretching the anal sphincter muscle**
- Irritation of airways:** Physical or chemical irritation of the pharynx or larynx brings about an immediate cessation of breathing followed by coughing or sneezing.
- Blood pressure**

استرخ می شود
یا بعد از ایضون

۸ زنگه فضا کیدون

TABLE 23.3

Summary of Stimuli That Affect Breathing Rate and Depth



STIMULI THAT INCREASE BREATHING RATE AND DEPTH

STIMULI THAT DECREASE BREATHING RATE AND DEPTH

Voluntary hyperventilation controlled by cerebral cortex and anticipation of activity by stimulation of limbic system.

Voluntary hypoventilation controlled by cerebral cortex.

Increase in arterial blood P_{CO_2} above 40 mmHg (causes an increase in H^+) detected by peripheral and central chemoreceptors.

Decrease in arterial blood P_{CO_2} below 40 mmHg (causes a decrease in H^+) detected by peripheral and central chemoreceptors.

Decrease in arterial blood P_{O_2} from 105 mmHg to 50 mmHg.

Decrease in arterial blood P_{O_2} below 50 mmHg.

Increased activity of proprioceptors.

Decreased activity of proprioceptors.

Increase in body temperature.

Decrease in body temperature (decreases respiration rate), sudden cold stimulus (causes apnea).

Prolonged pain. → *BR ال عكس*

Severe pain (causes apnea). *BR ال عكس*

Decrease in blood pressure. → *BR ال عكس*

Increase in blood pressure.

Stretching of anal sphincter.

Irritation of pharynx or larynx by touch or chemicals (causes brief apnea followed by coughing or sneezing).



THANK YOU

AMJADZ@HU.EDU.JO