وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا

النادي الطبي

RESPIRATORY SYSTEM

HAYAT BATCH

SUBJECT : _____

LEC NO. : 4

DONE BY : Mohammed ababneh

http://www.medclubhu.weebly.com/

PULMONARY AND ALVEOLAR VENTILATION ($\dot{V}_A$)

Dr. Waleed R. Ezzat

Lecture objectives:

By the end of this lecture the student should be able to:

1. Describe pulmonary and alveolar ventilation.
2. Define and contrast the following terms: anatomic dead space, physiologic dead space, total minute ventilation and alveolar minute ventilation.
3. Define and contrast the relationships between alveolar ventilation and the arterial PCO_2 and PO_2.
4. Predict the effects of alterations of alveolar ventilation on alveolar carbon dioxide and oxygen levels.
5. Describe the effect of dead space on alveolar ventilation.
6. Understand Fowler's method of measuring the anatomic dead space. And calculate the volume of dead space in a lung using the Bohr equation.
7. Describe and explain the mechanism of regional differences in alveolar ventilation in the normal lung.

جزء من الtidal volume في كل مرة بنتنفس فيها هذا الجزء رح يدخل الى بحيرة الهواء الداخلية الي موجودة في الrespiratory area

Alveolar Ventilation (V_A)

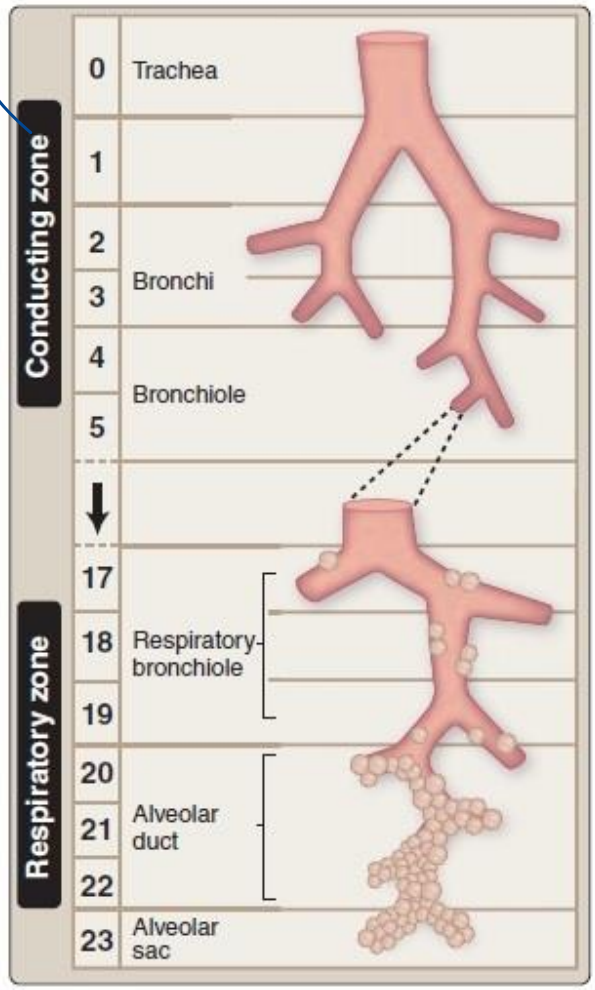
نتذكر انه ما بصير فيها alveolar exchange لذلك هي مش تابعه لل alveolar ventilation

يعني هو الهواء الجديد الي رح يدخل ال respiratory zone

The rate at which new air reaches gas exchange areas (with **pulmonary blood**). These areas include the alveoli, alveolar sacs, alveolar ducts, and respiratory bronchioles.

The total area of the alveolar walls in contact with capillaries in both lungs is about 70 m^2

المساحة السطحيه للalveoli نفس ملعب التنس



The **Respiratory zone** houses the blood–gas interface

نوعين anatomic and physiologic

ليس جميع حجم الهواء اللي بيدخل الرئتين يشترك في التبادل الغازي

Dead space (V_D): The space in the respiratory passages where gas exchange **does not** occur.

القناوات اللي ما فيها alveoli ويبلغ حجمها 150ml,

1. The **anatomic** dead space: is the volume of gas that occupies the airways, which are called the conducting zone. The conducting zone **does not** participate in gas exchange because of the thickness of the airway walls (nose, pharynx, and trachea).

The functions of the anatomic dead space is to

الشرح بالاسفل

- warm the inspired gas to the body temperature
- saturate the gas with H_2O vapor that will slightly dilute the O_2 and N_2 concentrations and prevent drying of the alveolar surface
- assist in the removal of foreign materials

2. The **total (physiologic)** dead space: includes the anatomic dead space and alveolar dead space (alveoli that **do not** receive any blood flow and therefore **do not** participate in gas exchange). It is approximately 2ml/kg or 150 ml in an young adult, roughly a third of the tidal volume. This value increases slightly with age.

The functions of the anatomic dead space is to

? warm the inspired gas to the body temperature

تدفئة الهواء وجعله في درجة حرارة الجسم الداخليه والي هي c 37

رح تشوفوا بال medicine مستقبلاً الي عنده allergy لاي سبب
من الاسباب وخاصة الي عندة سعال بمجرد ما يدخل هواء بارد رح
يسوي allergy بال anatomic dead space

? saturate the gas with H2O vapor that will slightly dilute the O2 and N2 concentrations and prevent drying of the alveolar surface

ممكن الهواء الي بدخل يكون جاف لكن فوراً رح يتحول ال هواء رطب لانه رح
يمتلاء ببخار الماء الي بتبخر وبنخلط مع الهواء

الضغط الجوي الي هو 760mmHg عند مستوى سطح البحر اذا بدنا نعرف ضغط الاكسجين بنقول نسبته من الضغط الجوي
لكن الان لما الهواء قاعد بدخل الalveoli اصبح الضغط للغازات ليس 760 لانه دخل ضغط جديد والي هو ضغط بخار الماء وهذا
الضغط رح يوخذ حصه

ضغط بخار الماء هو 47 فلما نشيله من ال760 الي بتبقى اذا ضربناه بنسبة الاكسجين ال هي 21% رح يطلع الرقم اقل من 160 ال هو ضغط
الاكسجين عند فتحة الانف قبل دخولة للجسم
بالمحصلة انه ضغط الاكسجين بالalveoli اقل

? assist in the removal of foreign materials

يساعد في تخليصنا من ال materials الكبيره لانه موجود شعيرات في الانف واهداب بالقصبة الهوائية اذا الparticle كان
دخان او microscopical هذول بعبرو وبوصلو ال alveoli

لـ اذا كان قطرة اقل من 2M

كمية ال dead space بتعتمد على عدة اشياء ومنها :

1.male or female
2. Young or adult
3. Body size

The total (physiologic) dead space: includes the anatomic dead space and alveolar dead space (alveoli that do not receive any blood flow and therefore do not participate in gas exchange). It is approximately 2ml/kg or 150 ml in an young adult, roughly a third of the tidal volume. This value increases slightly with age.

الفرق بينه وبين ال anatomic هو ببساطه ال physiologic يعني functional

*ممكن منطقة فيها alveoli لكن ما يوصلها دم فاذا منطقة فيها alveoli بس ما بوصلها دم معناته بوصلها هواء لكن لا يحصل فيها تبادل غازي المنطقة التي لا تشارك في التبادل الغازي رح تضاف الى ال anatomic dead space فيصير اكبر

الحجم الكبير الجديد هو ال total dead space بنسميه physiology dead space

~~المفروض ال~~ anatomic وال physiologic هما identical لكن في بعض الامراض يصير في فرق والفرق كبير

Note:

يعني لما دخل عنا 500ml الي هو ال tidal volume التقليدي الى الرئتين 350ml
راحو لل alveoli وال 150ml بقت في ال dead space
هي اخر 150ml دخلت وهي اول 150ml تطلع في بدايه ال expiration

- Air in the dead space is the first part of air to be removed on expiration.
- Normally, the anatomic and physiologic dead spaces are nearly equal, significant difference only occurs in patients with lung diseases because of the increase in alveolar dead space.

اهمية ال dead space:

ايام زمان العلماء ما كانو يصدقو انو هواء الزفير ينفع في انعاش المريض الذي يحتاج تنفس صناعي لكن بالتطبيق العملي ثبت انو بنفع لما نسوي artificial respiration,مثلاً شخص سقط بالماء اول اشي يسوه انهم يفرغو صدرو من الماء بعدين المسعف يسكر انف الشخص ويبلش ينفخ في فمه فلما ينفخ في فمه اول اشي يعطيه هو ال dead space بعدين يجي ال ال alveolar air

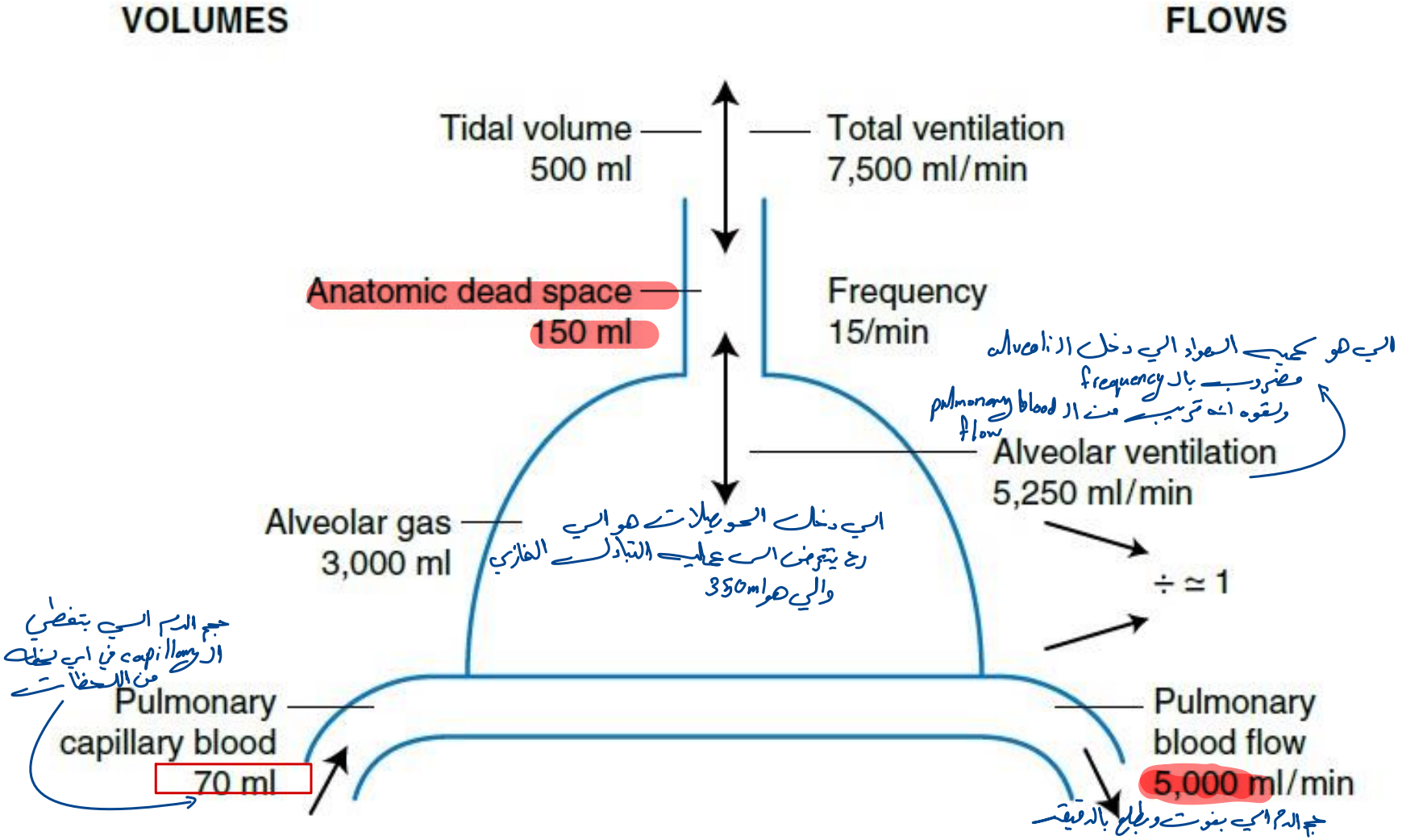


Diagram of a lung showing typical volumes and flows. There is considerable variation around these values depending on the size and gender of the patient.

Methods of measuring the total dead space:

تقيس ال total dead space او ال physiologic dead space

1. Bohr's method: depends on determining CO_2 tensions in the mixed expired and alveolar gases.

هذا الي بنقيسه بالكيس

$$V_D = VT \cdot (1 - \frac{P_{ECO2}}{P_{ACO2}})$$

هذا بال alveoli ← يوجه شوح بالاسفل

V_D = Volume of dead space

V_T = Tidal Volume

P_{ECO_2} = CO_2 tension in mixed expired gas

P_{ACO_2} = CO_2 tension in alveolar gas = P_{aCO_2} in healthy individuals

Note: Bohr's method measures the volume of the lung that does not eliminate CO_2 (i.e. physiologic dead space) if P_{aCO_2} is used.

اول 150ml تطلع من الزفير هو هواء نقي لكن اذا خلينا كيس في فم الشخص الي يسوي expiration وقلناله جمع زفيرك بالكيس وطلع 500ml هاي ال 500 هي ممزوجه من ال dead space الي هي 150 و 350 ال alveolar air وهاي ال 350 مضيوف عليه co2 وتركيز ال co2 الي بالكيس ليس تركيز ال co2 الي بال alveoli رح يكون اقل بالكيس لانه رح يكون تخفف بال 150ml

هذا ما يقصد بال mixed expired

,

هسا السؤال كيف رح نعرف تركيز ال co2 بال alveoli الجواب من خلال تركيز الco2 بالدم الشرياني يعني الدم الي طلع من الرئتين ونازل الي البطين الايسر حتى يضخه في الجسم تركيز الco2 فيه يطابق الي في ال alveoli

Methods of measuring the total dead space:

هون بنقيس ال anatomic dead space فقط ولا يدخل فيها ال alveoli التي لم تساهم في التبادل الغازي

2. Fowler's method: uses expired N_2 as an indicator. The subject inspires a single deep breath of 100% oxygen, and then the expired N_2 is measured during the subsequent full expiration through a rapidly recording nitrogen meter.

معناته انه ال Fowlers يساوي ال Bohrs واذا في فرق الفرق يكون بال physiologic difference الي معناه فرق ال alveoli الي لم يحصل فيها تبادل غازي

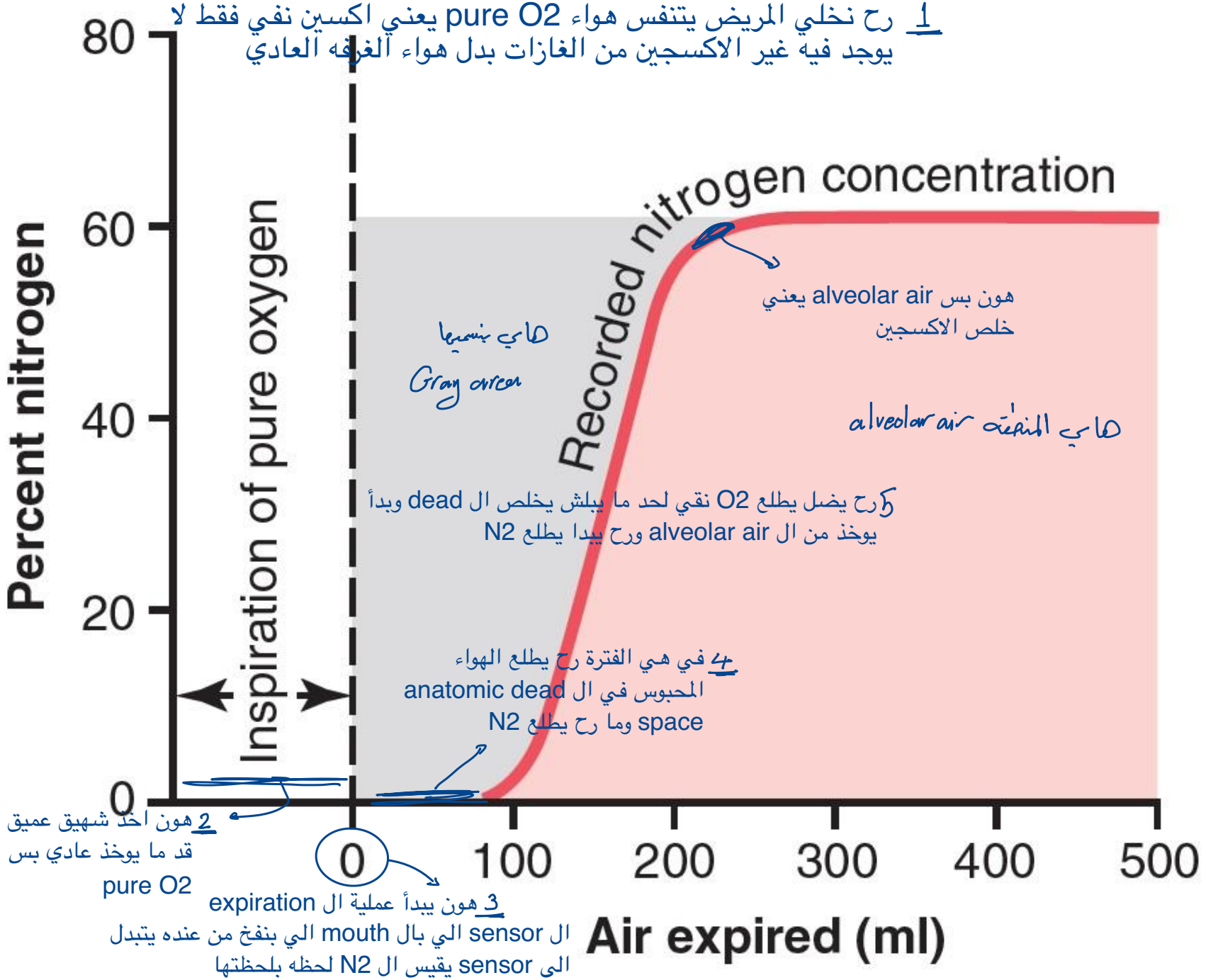
$$V_E = \frac{\text{Gray area} \times V_E}{\text{Pink area} + \text{Gray area}}$$

الشرح بالاسفل

V_D = The volume of dead space gas

V_E = The total volume of expired air

Note: Fowler's method reflects the morphology of the lung (i.e. anatomic dead space).


1 رح نخلي المريض يتنفس هواء pure O2 يعني اكسين نفي فقط لا يوجد فيه غير الاكسجين من الغازات بدل هواء الغرفه العادي
Percent nitrogen
80
60
40
20
0
Inspiration of pure oxygen
Recorded nitrogen concentration
هون بس alveolar air يعني خلص الاكسجين
هاي بنسميها Gray area
هاي المنطقه alveolar air
رح يضل يطلع O2 نقي لحد ما يبلش يخلص ال dead وبدأ يوخذ من ال alveolar air ورح يبدا يطلع N2
4 في هي الفترة رح يطلع الهواء المحبوس في ال anatomic dead space وما رح يطلع N2
2 هون اخذ شهيق عميق قد ما يوخذ عادي بس pure O2
0
100
200
300
400
500
3 هون يبدأ عملية ال expiration ال sensor الي بال mouth الي بنفخ من عنده يتبدل الى sensor يقيس ال N2 لحظه بلحظتها
Air expired (ml)

Measurement of Alveolar Ventilation ($\dot{V}_A$)

To measure the volume of new air that participates in the exchange of O_2 and CO_2 per minute the following equation is used;

الهواء الذي دخل لتجديد البحيرة الداخلية

$$\dot{V}_A = f.(V_T - V_D)$$

- With a respiratory rate of 12-15 /min, $\dot{V}_A$ is about 4200-5000 ml/min.
- Adequate alveolar ventilation is critical because it determines O_2 and CO_2 tensions in the lungs.

الشرح بالاسفل

يعني ال alveoli هذا الهواء ال alveoli باستقرار يؤخذ منها ال O2 ال الدم
ويطرح ال co2 فا ال alveolar ventilation هو رح يحدد تركيز ال O2 وال Co2
بال alveoli
لانه لو ال ventilation زاد يعني زودنا كمية الهواء ال بتدخل ال alveoli بالتالي
كمية ال o2 رح تزيد وكمية ال co2 رح تقل معناها احنا رح نغسل بسرعة ال co2
الي طلع من الدم والغسل العالي رح يخفض تركيز ال co2 ويزيد ال o2 والعكس
صحيح

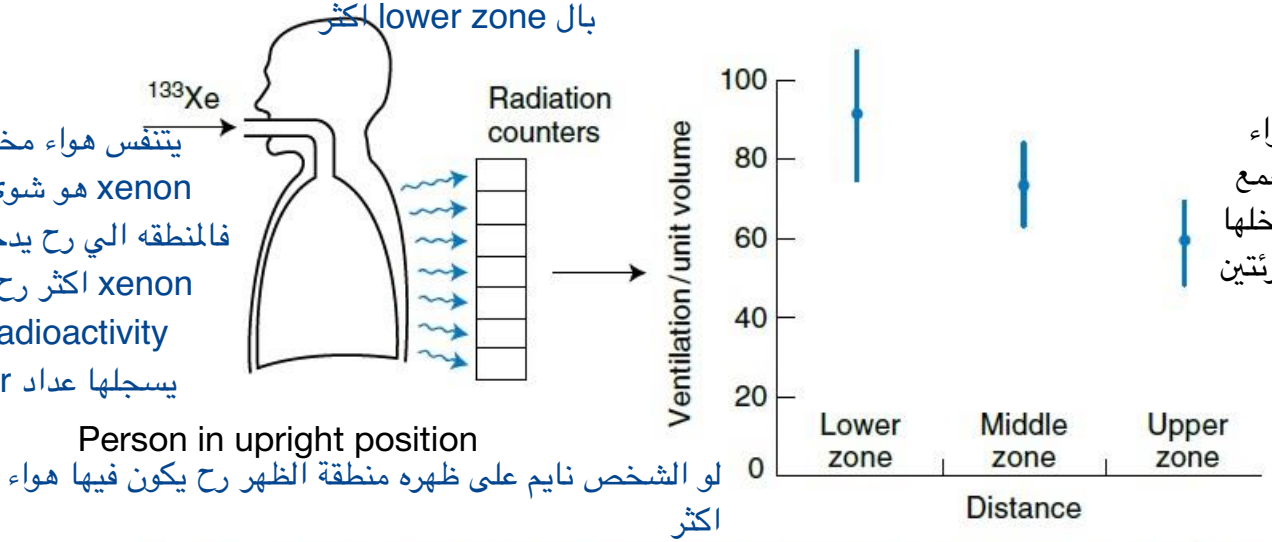
Regional differences in ventilation

فالشخص هذا لقو انه تجمع الهوا
بال lower zone اكثر

هل الهواء الذي يدخل ال
alveoli يتوزع بالتساوي ؟

من الشرح نستنتج انه توزيع الهواء
يعتمد على gravity ووين ما بتجمع
حجم الرئة حسب الجاذبيه رح يدخلها
هواء اكثر ولا تعتمد على حجم الرئتين

يتنفس هواء مخلوط مع
xenon هو شوي مشع
فالمنطقه الي رح يدخلها ال
xenon اكثر رح تعطي
اكثر radioactivity
يسجلها عداد guider



لو الشخص نايم على ظهره منطقة الظهر رح يكون فيها هواء
اكثر

Measurement of regional differences in ventilation with radioactive xenon. When the gas is inhaled, its radiation can be detected by counters outside the chest. Note that the ventilation decreases from the lower to upper regions of the upright lung.

- In upright position, ventilation per unit volume is greatest near the bottom of the lung and becomes progressively smaller toward the top.
- In the supine position, this difference disappears, with the result that apical and basal ventilations become the same. However, the ventilation of the lowermost (posterior) lung exceeds that of the uppermost (anterior) lung.
- The lower regions of the lung are better ventilated (alveoli expand more) than the upper regions because of the **effects of gravity on the lung**.

ممكن يتغيرو والي بغيرهم ال alveolar ventilation اذا زاد او نقص

Alveolar O_2 and CO_2 tensions

يحافظ الجسم انه تبقى هذه الارقام ثابتة

1. Alveolar CO_2 tension ($\mathbf{P_{ACO_2}}$) is equal to arterial CO_2 tension because of the high diffusibility of CO_2. It is about 40 ± 4 mmHg. Regulation of this tension is very important.

طبعا الحفاظ على تركيز ال co2 اهم من ال o2

في حالة ثبوت الmetabolism اذا قل ال ventilation يزيد ال co2 والعكس صحيح

   - With constant rate of CO_2 production, there is **inverse relationship** between alveolar ventilation and P_{aCO_2}. If alveolar ventilation is halved, P_{aCO_2} will double. So;

ال co2 يجي من ال body metabolism وينتقل عبر الدم الى ال alveoli ،كمية الطرح في ال alveoli تعتمد على كمية ما بتولد من ال metabolism

   - **Hyperventilation** (with constant rate of CO_2 production) → **Hypocapnia** (↓alveolar CO_2 tension) → **Respiratory alkalosis**
   - **Hypoventilation** → **Hypercapnia** (↑alveolar CO_2 tension), which if it exceeds 45 mmHg → **Respiratory acidosis**. Hypercapnia can lower the O_2 tension in the alveoli by displacing the O_2.

نستخدمه اذا كان ال co2 الي بتكون بال metabolism ثابته

Note: It is important to differentiate between ***Hyperventilation*** and ***Hyperpnea***. Hyperpnea is increased alveolar ventilation with no change in P_{aCO_2} as in exercise and fever. This is due to increased CO_2 production by metabolism.

نفس سريع وال metabolism زاد

Alveolar O_2 and CO_2 tensions

2. Alveolar O_2 tension ($\mathbf{P_{AO_2}}$). Inspiration brings fresh air into the alveoli, which normally maintains the alveolar O_2 tension at about 100 mmHg.

   An increase in alveolar ventilation → P_{aO_2} will increase in non-linear relationship, as more oxygen is removed from the alveolar gas per unit time than CO_2 is added.

   $\mathbf{P_{AO_2}}$ is affected by;

   - Alveolar CO_2 tension
   - Changes in barometric pressure
   - Fraction of O_2 inspired

   كل ما يزيد ال co2 بال alveoli يقل الاكسجين والعكس صحيح

   اذا زاد يعني صعدت على جبل نقص الضغط الجوي بالتالي رح يقل الاكسجين

   اذا تنفس هواء الاكسجين فيه اقل من ٢٠٪ في حالات الحرائق

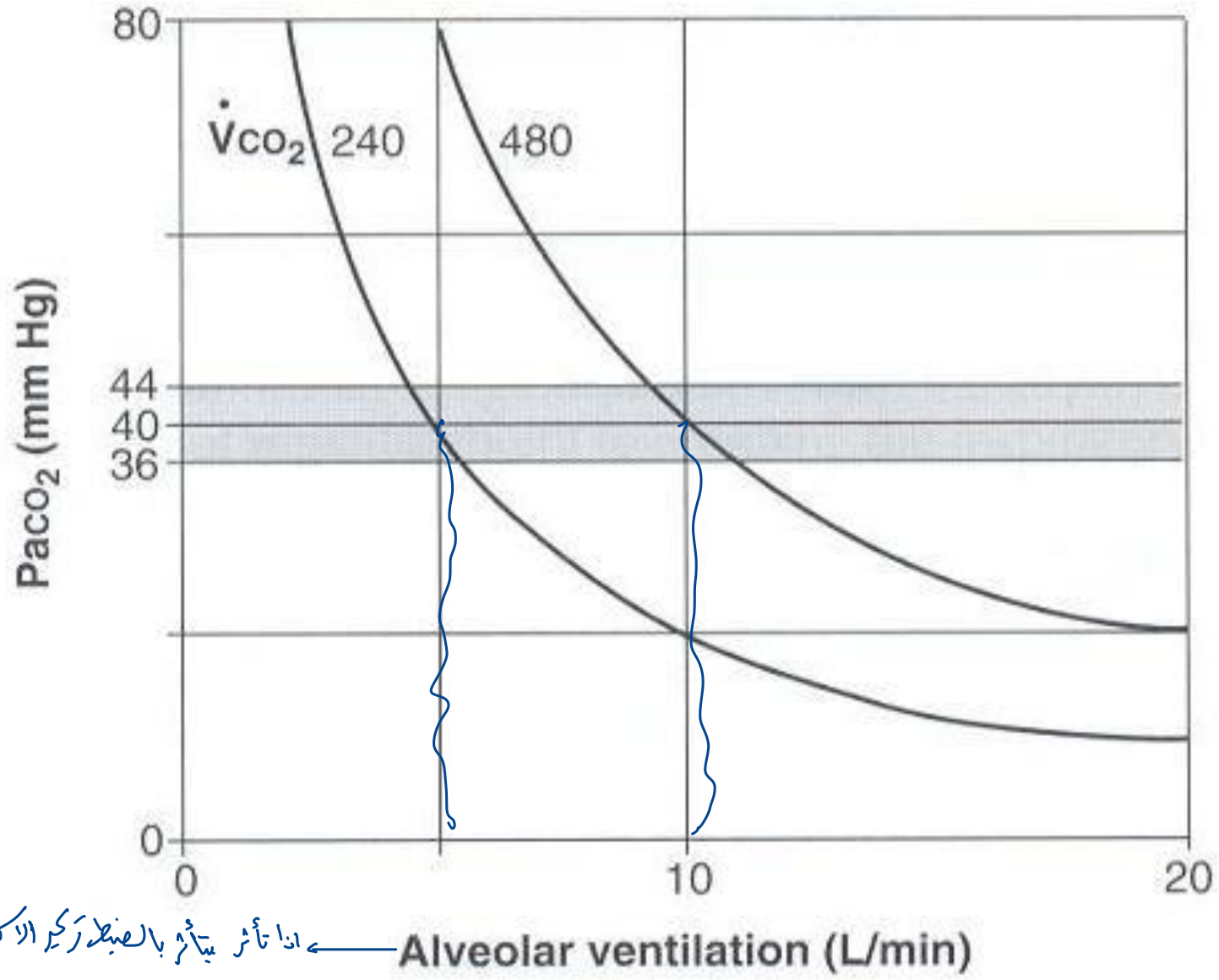
   $\mathbf{P_{AO_2}}$ can be calculated using the ***Alveolar Gas Equation***

$$P_{AO_2} = F_I O_2 (P_{atm} - P_{H_2O}) - \frac{P_{aCO_2}}{R}$$

F_IO_2 = Fraction of oxygen in the inspired gas

R = 0.8 (respiratory exchange ratio)

Note: Water vapor pressure at body temperature of 37°C is 47 mmHg regardless of the external barometric pressure.



اذا تأثر يتأثر بالضغط تركيز الاكسجين

$\dot{V}_{CO2}$ = amount of carbon dioxide eliminated in ml/min

Test Question:

Respiratory dead space:

A. Saturates inspired air with water vapor before it reaches the alveoli.

B. Removes all particles from inspired air before it reaches the alveoli.

C. Decreases when blood catecholamine levels rise.

D. Decreases during a deep inspiration.

E. Increases during a cough.

Respiratory System

شرح الدكتور ناجي والدكتور محمد فايز مقسم حسب المحاضرات

شرح الدكتور ناجي هو الأفضل لفهم المادة و دراستها

لما كان دكتور زهير يدرس المادة اغلب الطلاب كانت تتبع مع الدكتور ناجي

اضغط على الكلام المكتوب باللون الأزرق لتنتقل مباشرة الى المحاضرة

الموضوع	الفيديوهات المطلوبة 1	الفيديوهات المطلوبة 2	الفيديوهات المطلوبة 3
Lecture 1	الدكتور ناجي Video	الدكتور محمد فايز Video 1 Video 2	----
Lecture 2	الدكتور محمد الفايز Video	الدكتور ناجي Video	--
Lecture 3	الدكتور ناجي Video	الدكتور محمد الفايز Video	--

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا