# د. Physiolog (4)

(Pulmonary circulation)

← طبعاً احنا حاكينا عن CVS وعنا معلومات عنه لكن ح نغوص اليوم Pulmonary circulation من ناحية (respiratory system)

Type of circulation ← 1) systemic (bronchial) circulation

الـ systemic اللي هي الـ bronchial لأنه الـ lung إلها double bl supply

عنا bronchial وعنا ↓

2) Pulmonary circulation

* ع systemic ← high pressure يكون تقريبا 120/80
* ع Pulmonary ← low pressure يكون تقريبا 25/10
* ع systemic ← low flow
* ع Pulmonary ← high flow

طب ليش ؟! لأنه الـ systemic تبدأ من الـ aorta بوزع الدم على كل الجسم بينما الـ RV ببعث دم ع الـ Pulmonary artery وهذا بس بغذي الـ lung "جزئية صغيرة"، طب مادام aorta بيغذي كل الـ system كمان من المنطق انو يكون الـ high flow ع الـ Pulmonary لأنه بتستقبل 5L من RV دفعة بـ 5L، ولكن 5L رايحين وين بتكون الـ systemic ؟! رايحين عن كيف مناطق، لكن بتكون الـ Pulmonary artery بروحو بس عـ lung فهذا طبيعي يكون high flow.

طب السؤال الثاني، ليش واحد high press، وواحد Low pressure ؟!

لأن الـ systemic artery بتختلف عن الـ Pulmonary artery، الـ Pulmonary artery ← thin، و flexible أكثر و الـ compliance أعلى و الـ distensible نتيجة أعلى من الثاني

كمان بالتالي ع Pulmonary ← low BP، والـ systemic ← high pressure

Pulmonary circulation system ميزة

← المزيد بين الـ Pulmonary vessel و الـ bronchial vessel جوا الـ systemic

بكون artery is thick، elastic fiber بتكون أكثر، الـ Pulmonary ← بتكون thin و distensible أعلى وعنا large compliance الـ 5L ح يفوتو من الـ lung كلها جوا الـ distensible أعلى وبالتالي الـ pressure يكون أقل

يعني اشبهها لو انا ضغطت بوكس بحيطة وتشوف الحيطة رح ترد القوة بشدة، طبعًا الحيطة بتوصح ذكرن، لانه ما بتمتص الضربة، والضغط يكون اقل.

سلايد رقم (4) هاي رسمة بسيطة توضح ال Pulmonary و systemic

← venous return بيجي عن RA من SVC, IVC بضيفه عم RV وبيرجع عم Pulmonary artery وهنا بيرجع عن ال lung، وبال Pulmonary capillary بيصير gas exchange وبيصير oxygenated blood وبيرجع عن ال Pulmonary vein، وبيصل بيصبوا ع LA هنا بكون Pulmonary circulation، في ال systemic circulation الدم بيرجع عن LV عن ال aorta بيوزع عن كل الجسم وبيغطي كل ال organ. بيغطيهم artery وبيصير في كل tissue لك artery بيغطي arteriole وهنا بيغطي capillary عم مستوى tissue وبيصير gas exchange وبيبدا يصير venule، وهكذا طبعًا يحي سهل

Pulmonary circulation system (slide 5)

← حكينا عن ال Pulmonary vessels.

← bronchial vessels تمثل 1 - 2% من Total cardiac output

اما عند ال lung بتغذيها bronchial artery من الsystemic circulation، Rt lung فيها 2 artery وال Lt lung فيها one bronchial artery، وهكذا انه ال origin of bronchial A. جاي من systemic circulation من descending thoracic aorta او كتير من third Posterior intercostal artery وبعض الناس تطلع من internal mamary وبعض الناس تطلع من ال coronary.

ال bronchial artery وظيفتها nutrition، ومشي ال bronchial artery ← spiral حوالين ال bronchial tree، وهكذا ليخ بالغرز. ال bronchial artery هاي لا تشتبك مع ال bronchial tree من subsegmental branch ← distally تبقى تعمل anastomosis مع ال Pulmonary circulation فبتصير اسمها bronchpulmonary anastomosis.

طبعًا ال Pulmonary circulation وظيفتها gas exchange، ال bronchial circulation وظيفتها nutrition.

طبعًا في lymphatics زي اي tissue.

Pulmonary circulation is high Flow, Low Pressure

← طبعًا هان بشرح الكلام اللي حكيناه من شوية

ال Pulmonary circulation كميته 0.5 L من ال blood يعني 10% من total bl volume

☆☆ 75 ml من لهن لتن بكون في الـ capillaries.

☆ بقية الفترة الكلام الا حكيناه انو لبين Flow ← بكون high in lung.
بكل دقيقة بالـ lung بمر 5L (5L/min)

Pressure in the pulmonary circulation :

↲ في systolic و في diastolic.

RV في ← • systolic P in RV = 25 mmHg
• Diastolic P in RV = 0-1 mmHg

Pulmonary artery ← • systolic P = 25 mmHg
• Diastolic P = 8 mmHg

LV ← • systolic P = 120 mmHg
• Diastolic P = 0 mmHg

aorta ← • systolic P = 120 mmHg
• Diastolic P = 80 mmHg

☆ الفرق بين الـ systolic والـ diastolic بنسميه (Pulse pressure).

• Mean Pulmonary arterial P = 15 mmHg

• Pulmonary capillary pressure = 7 mmHg

↲ هاي تنفعك في ايجاد العملي خاصة في الامراض في العناية المركزة ، في catheter بدخلوها ويتصل لل Pulmonary artery وتمشي لغاية الـ capillary ، في الـ tip تبعت الـ catheter في manometer بقيس ضغط اسمها Pulmonary capillary wedge pressure (PCWP). يعني انو انا لما اعمل wedging لل تثبت في catheter في الـ capillary بتوقف معناه انو كله بقيس الـ capillary pressure. طب شو أهمية هذا الكلام ؟!

انو مثلاً عيان عنده Pulmonary edema في (ICU) ، (PCWP) بتعرفه نوع الـ cause تبع الـ Pulmonary edema هل هو cardiogenic او non cardiogenic . cardiogenic يعني بسبب hemodynamic

Pulmonary edema ، و الـ non cardiogenic اسمها Permeability pulmonary edema.

اذا كان cardiogenic يعني في HF معناه انو Pulmonary pressure ← high بكون أكثر من [5] ، اذا الـ Pulmonary capillary pressure نورمل بكون ← non cardiogenic

• هاي معلومة مابتهم متعلقة في الـ (Pulmonary pressure)

Left atrial P = 1-5 mmHg

☆☆ بالرغم انه في high flow في ال Pulmonary circulation إلا انه low ← artial pressure

الي هو [25/8] اقل من ال systemic الي هو [120/80].

↲ والله ال RV بشتغل بأريحية يعني انا بدي اعطي ال lung ، لكن ال LV غلبان

بدو يغذي الدنيا كلها. (مانه هو غلبان قدنا والله 😅) (حلو سوية) . اذن RV ← مش محتاج

قوة ليعمل contraction كتير تعطي ال flow هون ال lung . resistance ← low

• The low resistance can be attributed to the shorter total length of Pulmonary blood vessele.

• Thickness of LV (27) ٣ أضعاف ال Thickness of RV (9 mm)

☆☆ زي أي tissue في أي جزء في جسم الإنسان ، عند مستوى ال capillary

↳ there is filteration of plasma.

اذن باستمرار The plasma is filtered in the interstitial fluid tissue

and this filtered plasma is taken by lymphatic vessels (lymphatic capillary)

↲ هنا ال lymphatic system بشتغل بأريحية على مستوى ال lung ، ال volume الي تيفلتر

عادة بكون small ، لأنه ال capillary pressure ← (low).

☆☆ ال thickness of respiratory membrane ← thin تقريبا [0.2]

بالتالي across the respiratory mem. it's short distance for diffusion of gases

from the alveoli.

لأنه كل ما نزيد ال thickness كل ما يقل ال diffusion rate ، والعكس صحيح.

## Blood Flow through lungs & it's distribution

↲ حكينا انو ال blood flow هو ال perifusion هو cardiac output (bl flow)

↲ لما يصير dilatation of Pulmonary vessel ← بزيد ال blood flow

" " constriction ← بقل ال blood flow

↲ لما يقل ال $O_2$ في ال alveolar أقل من 70% ← بكون الو direct effect على ال

Pulmonary arteriole تضيقها (constriction) ، ولما يصير constriction رح يزيد

ال vascular resistance وبزيد ال blood pressure وبقل ال blood flow.

※ الحالة هاي كيف تتفسر ← لما يصير هاي area فيها نقص $O_2$ (constriction) رح يصير

↳ shift of blood from poorly ventilated to better aerated alveoli

← وهذا الكلام على مستوى ال Pulmonary circulation طب في systemic تأثير ال hypoxima كتك
بيجي hypoxima في systemic رح يعطيني (vasodilatation).
وطبعا انها منطقية لانه ال vasodilatation رح يزود ال blood flow لانه في
hypoxia ال tissue بدها perifusion أكثر. فبوسع فبزيد ال blood flow.

• في lung ← constriction يخلي الدم يروح على better filtered area حتى ياخذ
الاكسجين أكثر.

• لكن في systemic ← vasodilitation ← ↑ blood flow ، . more $O_2$.

Effects of hydrostatic pressure gradients in the lungs or regional Pulmonary blood flow.

← احنا حكينا قبل شوي (امبارح) انو ال lung apex is more ventilated and less
perfused, lung base is less ventilated and more perfused.

لقوا انو ال Pulmonary bl flow تختلف في lung تنقسم الى ٣ مناطق

Zone 1, Zone 2, Zone 3

Zone 1: no blood flow during all cardiac cycle

لانه ← Alveolar P > capillary P في ال systole وال diastole.

معناه ال capillary مسكرة فمش blood flow.

Zone 2: Intermittent blood flow at lung apex

↳ capillary P > Alveolar P only during systole

لأن during diastole العكس بكون ال Alveolar P > capillary P

• يعني هنا Intermittent بتفتح اثناء ال systole وال capillary تتسكر
اثناء ال diastole.

Zone 3: continuous blood flow at lung base

↳ capillary P > Alveolar P during all cardiac cycle

معناه انو ال capillary bl flow ← is continuous في ال systole وال diastole.

* Zone 1 ← not present in normal person

الموجود فقط Zone 2، Zone 3.

* Zones of pulmonary blood flow (slide 13)

بتوضح ال zones $P_A$ ← يعني (capillary pressure)

وقيم الرئة.

Effect - - - - flow. ( slide 14)

↲ lung have only zone 2 and 3

هذا الكلام كله في upright positi ، لو هدا نام أفقي كله رح يصير Zone 3

لكن في upright position ← Pulmonary P at apex = 15 وهي أقل من

P at level of heart وهو (25) . وقرأ الفقرة كذا .

↲ في lower region of lung بين مستوى 10 cm above level of heart

وقرأ الفقرة كلها سلايد رقم (15) .

Zone 1 blood flow occurs abnormally :

↲ حكينا Zone 1 ← no blood flow . لكن تتحصل لما ال

Pulmonary systolic Pressure ← (is two Low) . يعني normally فمش Zone 1

لكن ممكن يصير في Zone 1 لما يكون أو alveolar P too high

يعني هيك اختلفت لحظة ، بدل ما يكون ال P alveolar هو الأعلى ، صار ال

Capillary P هو ال أوطى كيف بتصير هاي الحالة ؟!

في حالتين تنين ، لما يكون انسان على جهاز تنفس صناعي وبنعطيه Positive pressure breathing

فبنزود ال alveolar P. ولما هدا نعطي كثير لفارق 10mmHg ، رح يسكر ال capillary

فالهون بيصير هنا ممكن يصير Zone 1 . (هاي حالة احنا عملناها)

الحالة التانية : بتصير في lung ، انه واحد نزف severe blood loss

في ال bleeding (upright position) بيصير ال Pulmonary systolic P ← low

كله قل . hypotension . وقلت كثير لدرجة انه صارت اقل من ال alveolar P.

(وهون هما الحالتين وهما حالات مرضية طبعاً) . كل هاي حالة Pathology)

☆ Effect of exercise on pulmonary blood flow :

★ احنا عارفين انو في ال exercise ال blood flow بشكل عام بزيد . بزيد

↳ 700 - 800% at top of the lung

↳ 200 - 300% at lung base

☆ الزيادة أكثر في apex of lung .

☆ Increase in pulmonary artery P during exercise

↳ covert's zone 2 into zone 3

بسبب ال Pulmonary capillary P. عالي كثير لدرجة انو ال alveoli مش قادرة تسكر في systole .

↳ بس هون في exercise بتزيد الـ cardiac output . ولكن هذا لا يصاحبه زيادة في Pulmonary artery pressure . على الرغم من انه blood flow بتزيد لانه انا في الـ exercise بصير opening of collapse alveoli ، احنا عارفين انو الـ lung قاعدة على الـ diaphragm والـ chest wall ، في collapse alveoli في normal person واحنا قايلين عددها قليل لكن موجودة وهذه سببها physiological shunt ، لكن الـ exercise رح تاخذ rapid breathing ، بيصير فتحت انت كل الـ collapse alveoli ← وصارت Functional alveoli وضعف الـ physiological shunt ، وصار more blood flow وصار better gas exchange ، لانه انا حسنت الـ ventilation .

ومش ؟ نفس الـ severe increase in cardiac output .

* Effect of left sided heart failure on pulmonary circulation :

احنا عارفين انه LA P. ← ( 1-5 mmHg ) ، طب لو صار heart failure ؟

↳ the left atrial P will increased.

لانه الـ LV ضعيف ومش قادر يصرف الدم الي بيجيه من الـ LA في الـ aorta فيصير تراكم للـ blood في LA ، فبزيد الـ LA Pressure ويصير عنا dilatation والـ high pressure في LA رح ينعكس على Pulmonary vein ، ورح يزيد Pulmonary vein pressure ، ورح نعكسه بعكس الـ Pulmonary artery رح يزيد الـ Pulmonary artery pressure والـ capillary pressure وهنا رح يصير Pulmonary edema .

* Pulmonary capillary dynamics :

↳ Pulmonary capillary pressure → **7 mmHg**

↳ Mean pulmonary capillary pressure **15 mmHg.**

↳ Transit time → يعني انتظار

↳ 0.8 sec

وهي الفترة الزمنية الي الدم بقابل الهوا في الـ alveoli .

↳ The contact between blood in Pulmonary capillary and alveolar air is **0.8 sec**

لكن لما يصير exercise ، الـ Pulmonary bl flow بزيد ، ولما يزيد كثير رح يقل الـ Transit time ويوصل لـ 0.3 sec ← which is still enough for adequate gas exchange

حتى 0.25 sec ← enough كافية .

(خلص الدفتر والكلام لسا ما خلص ...)

Stars Printing Commercial Co. Wood Free Paper 60gr A4 - 290 x 200 mm Email stars60001@hotmail.com Stars

Physiology. (4) تكملة

## Gas laws : قوانين الغازات

لـ blood pressure والـ atmospheric pressure بنقيسوا بالـ mclimeter

احيانًا بنقيس الضغط بـ centimeter water وهي وحدة ثانية لقياس الـ pressure

ملاحظة انو 1 mm Hg = 1.36 cm $H_2O$ او ممكن نقيس بوحدة ثالثة الي هي

kilo Pascals ← 760 mmHg = 101.325 kPa . واهنا تجاوزنا كالاخير

atmospheric pressure is zero ←يعني هنا→ 760 mmHg .

**Dalton's law:** total pressure by mixture of gases is the sum of the pressures exerted by the individual gases.

← الهوا يتكون من 78% ← من $N_2$ ، و 21% من $O_2$ .

← 760 → Total atmospheric pressure ، طب الانيي الـ pressure تبع كل غاز من جوا

من المكونات الاربعة ، لو قلنا لعاكر حتى حسب نسبته ، والضغط حسب نسبته ، لو total ← 760

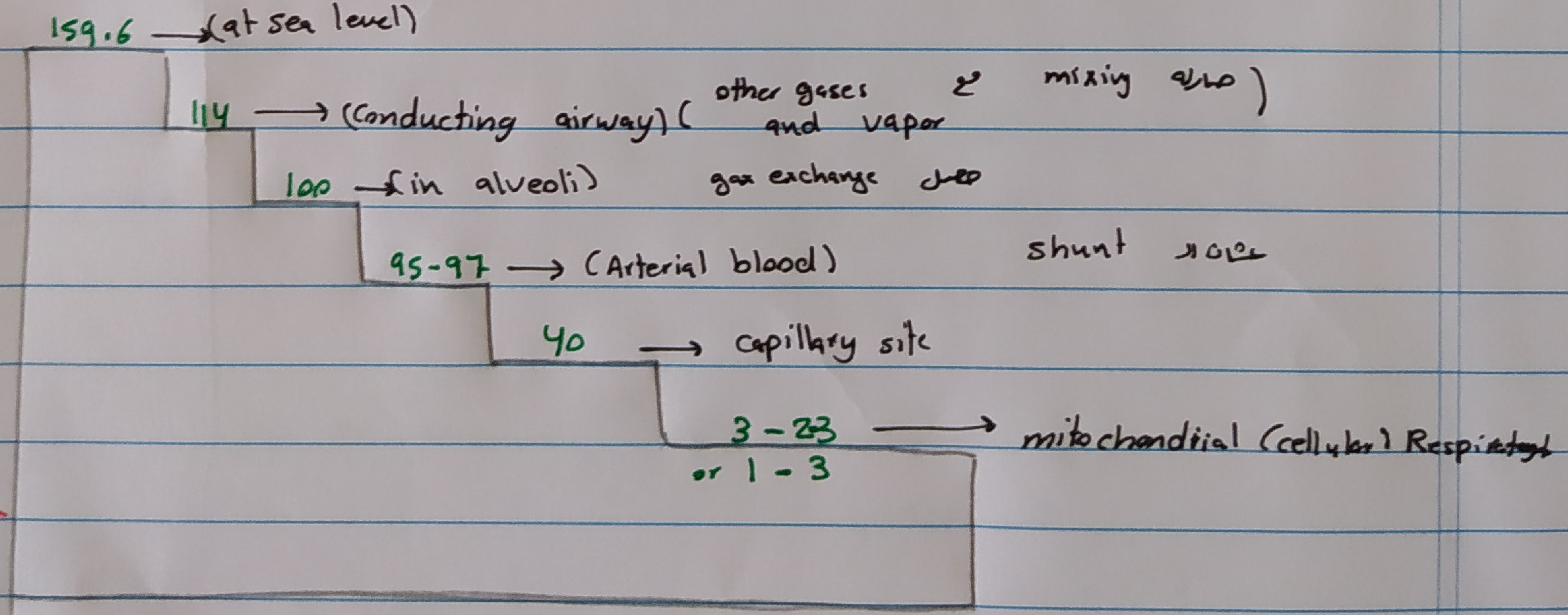
اذن ضغط $O_2$ يساوي $760 \times \frac{21}{100}$ يعني 1/5 تقريبًا وشوية . يعني بطلع

$\boxed{159.6 \text{ mmHg}}$ ← وهنا اسمو الـ Partial pressure of $O_2$ in the atmosphere at sea level.

** الضغط تبع كل غاز بختلف حسب نسبة الرطوبة بالجو ( water vapor )

لانه الـ water vapor بتقلل الـ pressure of individual gases .

سلايد 22 ← نشرح الكلام الي مكتوب .




$O_2$ Cascade مسار الـ $O_2$ لغاية ما يصل mitochondria

Partial pressure / 760 at sea level ضغط كل غاز لحاله من الـ

## Concept check

هاد سؤالين سهلين بتحلوهم.

- Gases move down pressure Gradients

( from area of higher pressure to areas of lower pressure) ←

↳ Movement of the thorax during breathing creates alternating conditions of high & low pressure in the lungs.

اشي طبيعي لأنه ال inspiration وال expiration بتغير ال alveolar pressure

↳ Diffusion of gases down concentration

طبعًا من ال high pressure لل low pressure . يعني الأوكسجين

↳ $O_2$ move from high $O_2$ pressure in alveoli (100) to lower $O_2$ pressure in venous blood (40).

عكس ال $PCO_2$ ، ال $PCO_2$ في ال venous blood ← [45] ، وفي ال alveoli ← (40)

اذن رح يتحرك من ال blood لل alveoli .

✱ نفس الشي على مستوى ال cell ، $CO_2$ في cell نتيجة ال metabolism أعلى من ال capillary ، رح ينتقل لل capillary .

## Boyle's law:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

باختصار بحكيلك انو

وحكيناه قبل هيك انو ال alveoli فيه volume معين و pressure معين ، لما التغير

كمان بنجيب نحسب $V_2$ و $P_2$ .

✱ كل ما يزيد ال volume ال ... رح يزيد pressure .

ما في بالسلايدز غير هالكلام .

تم

(Aya)

طبعًا كالعادة السلايدز

هو المرجع .

موفقين .