

Respiratory mechanism

→ respiration →

معدلات حركية
mechanical

↓

تضمنت القياسات الفيزيائية

- air flow
- airway resistance
- airway expansion
- inflation rate
- deflation
- lung volume
- pressure

1 Airway resistance - معدل تدفق الهواء

↙ معدل تدفق الهواء

- Poiseuille's law

↘ system length "tube" "airway"

↓

ينخفض الهواء بالضغط (L)

2- viscosity of substance flowing in system.

درجه لزوجة ال air

من ال respiratory system

(h) رزولي

3 Radius of the tubes in the system (r)

وضع صيد، معامل في قافله
length

$$R \propto \frac{Lh}{r^4}$$

resistance ← R viscosity → h radius. ← r

$$R \propto \frac{L}{r^4} \rightarrow \text{حدا في ياته ال } R \text{ تتناسب}$$

عكساً مع r^4 .

كل ما زاد ال r كل ما قلت ال resistance
كل ما قلت ال r كل ما زادت ال resistance

viscosity and length ← وهذا ان شاء الله تعالى

(يكون ثابت)
constant

- Length of airway " د "

- viscosity also " د "

ignoring ← لا تأخذ بعين الاعتبار

→ respiratory epithelium →
secretions ← evaporation ←
منبتلج ← ان ← pressure ← ولا يدخل
في ← airway ← في ← هذا ← مع ← لقائه
لحمية ← هذا ←

water vapor pressure ← ان ←
resistance ← viscosity ←
to flow ← of air ←

← ولكن هذا ان شاء الله تعالى ← not significant ←
← ان شاء الله تعالى ←

→ length and viscosity play don't critical role in resistance.

③ Radius → air flow resistance
نقطة عمل اساسي كل ان Radius
وتقريباً $\frac{1}{r^4}$ التأثير / المقاومة
في عدد ان resistance

⇒ work of breathing → $\dot{V}_E$ ←
O₂ or
cost of breathing

→ increasing power of contraction of respiratory muscles to overcome resistance air flow.

④ ↑ airway resistance → ↑ work of breathing

oxygen requirement
lies → to overcome resistance
elastic resistance surface tension resistance

expansion, inflation & inspiration of the lung.

لا يتم زفير

enough contraction to overcome resistance of lung expansion.

منع زفير الحجاب الحاجز من انقباضه في الصدر
resistance

↳ elastic fibers resistance.

↳ tissue resistance.

↳ airway resistance.

لا يتم زفير من contraction

أو انقباض الحجاب

من انقباض airway وانقباض

من انقباض muscle

تقلص effort

من انقباض زفير

resistance from airways.

منع زفير من

branchial

asthma

منع زفير من airway

narrowing

ضيق في الشعب

بجهد زفير

to lung

→ 90% of airway resistance normally attributed to the trachea and bronchi

smallest cross sectional airway

cross sectional areas

main bronchi

Trachea + main bronchi

resistance

radius

$$R \propto \frac{1}{r^4}$$

لو چپ و چار عندی Broncho constriction

الدرس:

الوقت:

التاريخ:

عندی چپ constriction فی ان small airways
فرع نقل ان cross section فی ان - ضعیف
عندی اتوقع ان ان resistance فی ان
small airways

فی ان ما کانہ 10/

تدعی ان resistance

50-60/

و چپ و چار

70/

فی ان ما کانہ انی بیاتر ان ventilation

فی ان small airways

Trachea obstruction فی ان

فی ان ventilation فی ان ما کانہ

small airway obstruction

and that

is the point ✓

← ventilation (التهوية) و resistance (المقاومة) و alveolar (الحويصلات)

↑ ventilation (التهوية) و resistance (المقاومة) و alveolar (الحويصلات)

amount of fresh air that reaches the alveoli

↑ renewal alveolar (تجديد الحويصلات) و rate (السرعة)

↑ oxygen contact (تلامس الأكسجين) و in alveoli (في الحويصلات)

↓ hypoxemia (نقص الأكسجين في الدم)

↓ ventilation perfusion miss match.

← airway (الطريق الهوائي) و CO₂ (ثاني أكسيد الكربون) و Bronchodilation (توسع الشعب الهوائية)

↓ Bronchodilation (توسع الشعب الهوائية) ✓

Bronchoconstriction

ضيق مجاري تنفس

الدرس:

التمرين:

المادة:

المجلد

①

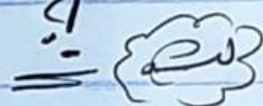
→ Histamine →

allergic reaction (mast cells) يطلق مواد

Bronchoconstriction - تضيق

- narrowing in the airway.

- difficulty in Breathing.



Difficulty in breathing
أصعب في التنفس

لأنها تبدأ بزيادة في تقلص

more powerful muscles contraction

أكثر قوة في انقباض العضلات
narrowing in the airway.

② parasympathetic neurons:

histamine بعد ما اكله عنده
مده ارفع افعه عنده

اتوقعنا اننا
mast cells

histamine ←

Bronchial asthma.

as result of

interaction between genetic and environmental

factors. →

genetic predisposing factors.

+ environmental hazards →

gas / Dust ← allergen

immune competence
تفاعل مع هذا ال allergen

T lymphocyte ← هذا النوع من خلايا

antigen presenting cells.

منبر و B lymphocyte

سطح مع طرفه علامه پست علامه
طرفه علامه

B lymphocyte

Cell

multiplication and differentiation.

into plasma cells

→ plasma cells →
 انجلا
 طبع

immunoglobulin
 E
 (IgE)

mast cell
 mast cell

high affinity receptor
 that located in mast cell
 membrane.

مخزنه ماسک و لغزه لوله و قابضه
 ای-آنتی "عقیر ماضی" است به خلاصه
 مؤدی.

allergen
 mast cell
 Bridge
 (IgE) (IgE)

Between two adjacent molecule
 of IgE

antigen antibody
 reaction
 mast cell
 membrane.

efflux of
 calcium
 Degranulation
 of mast cells granules.

→ plasma cells →
 انجلی
 طبع

immunoglobulin
 E
(IgE)

له هنا شروع کار mast cell

high affinity receptor
 that located in mast cell
 membrane.

مخزن ماسک و لغز لوله و مایع
 ای-آنتی "عقار ماضی اثر" خلاصه
 مؤدی.

و یک لکته که ضعیف تر از لوغز و شکر و حرکت است لهذا
 allergen شروع و هو داخل و مایع ماسک
 رتبه کار ال mast cell عا IgE مرتبه ماسک
 شروع و هو عا Bridge مایع (IgE و IgE)
 → Between two adjacent molecule
 of IgE

mast cell antigen antibody
 membrane reaction

Degradation of mast cells granules. effect of calcium

Degranulation of granules

By exocytosis ✓

mediators

⇒ most cells have two groups of chemical mediators:-

① preformed mediators → histamine

↓ → bradykinin

ready chemicals → slow reacting substance A

- increase bronchial

airway
- increase bronchial secretion ~ mucus

attack production

→ type I immediate hypersensitivity reaction

② chemotactic factors

late phase response

→ 4-8 hours

allergen

inflammatory cells

chemotactic factor

early phase response

after 5 min

↓

chemotactic factor

جاذب

- eosinophil chemotactic factor ✓
- lymphocyte chemotactic factor

→ chemotaxis ... migration of activated inflammatory cell from the blood to the tissue by passing through the capillary endothelial cells by a process of diapedesis.

← جاذب + activation factors ان عوامل تجمع كارب - attractant + activation
inflammatory cells
الخلايا الالتهابية / خلايا الدم البيضاء

← جاذب ان inflammatory
allergens

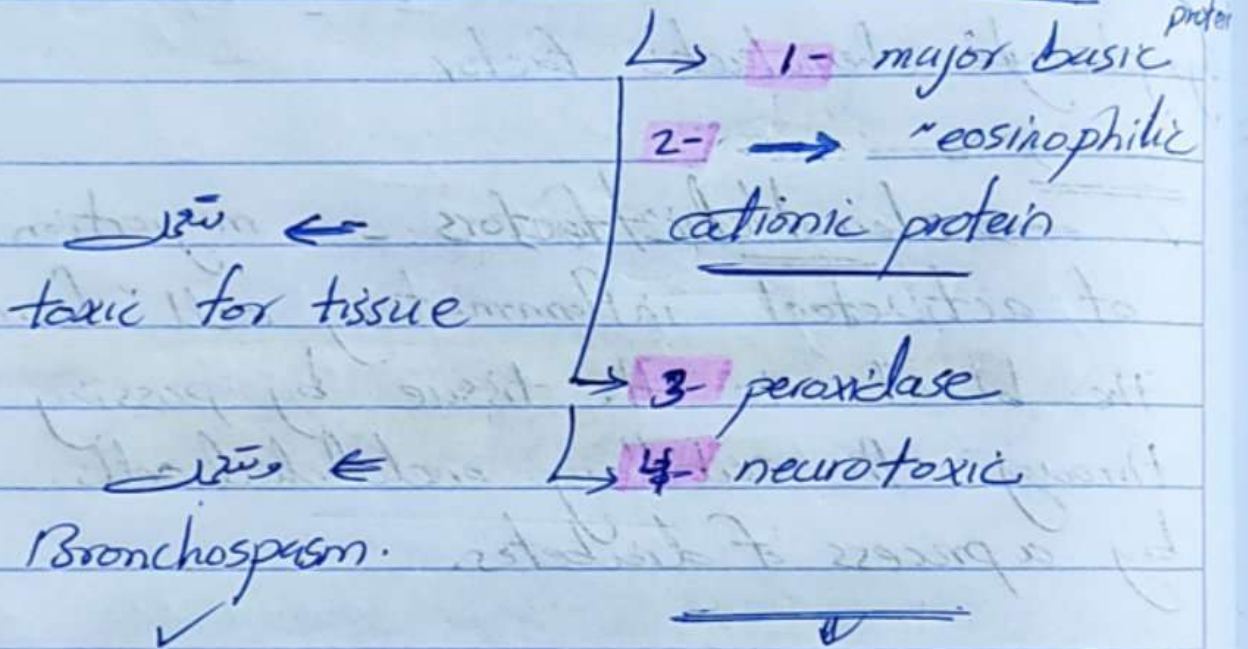
releasing for chemical mediators by eosinophils

this mediators work to localize mediators.

→ chemotactic factors → جاذب كارب
eosinophils ان خلايا الدم البيضاء
grancules
وتعمل chemotaxis.

→ eosinophils

→ releasing ^{إفراز} to four mediators



also release ^{أيضاً إفراز}

- leukotrienes
- prostaglandins

(mid phase response)

also release ^{أيضاً إفراز}

لإفراز الهيستامين ^{histamine}

2- parasympathetic:

→ airway has autonomic nerve supply

→ autonomic nerve supply

sympathetic

parasympathetic

they work
in opposite
directions.

↔ antagonizing
effect ↔

- parasympathetic → contraction
of airway muscles + bronchospasm
narrowing in the airway.

bronchial
asthma

over activation of parasympathetic
nervous system.

asthma is disorder or syndrome
not Disease?

Because // it hasn't specific pathogenesis + ^{so} cure d!

فإنه من هذا وحدث ل pathogenesis
السؤال التاريخ: solving
أو cure the problem

→ sympathetic → Beta receptor
adrenergic.
receptor
Bronchodilation

→ pure drug selection "selective"

Drug
B₂ receptor
B₁ receptor

→ adrenaline → (non) selective
→ terbutaline → selective
salbutamol

→ no pure selective Drug.

(tachycardia) overdose

Factors that Affect Airway Resistance

TABLE 17.2 Factors That Affect Airway Resistance

Factor	Affected by	Mediated by
Length of the system	Constant; not a factor	
Viscosity of air	Usually constant; humidity and altitude may alter slightly	
Diameter of airways		
Upper airways	Physical <u>obstruction</u>	Mucus and other factors
<u>Bronchioles</u>	Bronchoconstriction	Parasympathetic neurons (muscarinic receptors), histamine, leukotrienes
	Bronchodilation	Carbon dioxide, epinephrine (β_2 -receptors)

مکمل رکاوٹ ب



سبب انقباض
contraction
for respiratory
muscle

مushroom ۱۱ toxic تباہ

→ Rate and Depth of Breathing Determine the Efficiency of Breathing.

→ The rate of metabolism in the mitochondria determine the rate and depth of breathing.

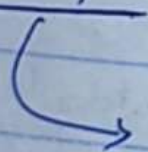
↑
تبدیل
تغذیه
نیاز

← فعالیت در metabolism و خواص آن
تبدیل و rate and
depth of breathing. ✓

← exercise و فعالیت در mitochondria

تبدیل و خواص آن CO₂ و consumption

consumption



← فعالیت و venous
blood.

وضعیت و respiration rate و venous

و hypercapnia و venous ✓

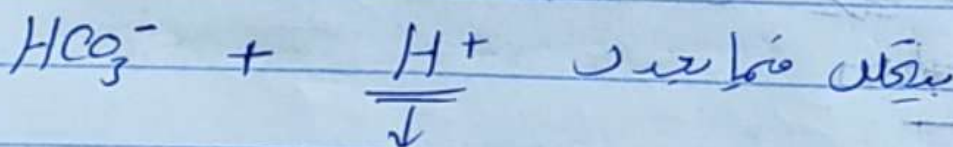
↔ معدل طراد ال . metabolic action
 في 1/3

rate and depth of respiration consequently.

⇒ CO_2 in venous blood is a marker of ventilation.

7/2
 —————
 كين بـضـبـه marker

مع الأسماء لما بعد أو في الوضع الطبي يروج CO_2
 وهو متفاعل مع H_2O فيكون H_2CO_3
 carbonic acid



CSF وسيط
 activation for central chemo receptors

✓ rate of breathing منسوب ال

easy ✓

كل هذا كله يتم لها فاعلة

PCO_2 between (35 - 45) mmHg.

→ this mechanism

من مظاهر ال

homeostasis

to maintain
pH normal

by maintaining
PCO₂ normal.

→ Total pulmonary ventilation

volume of air that move in
and out of the lung. each minute.

= respiratory rate $\times$ tidal volume.

$$= \frac{12}{\checkmark} \times 500 = \underline{\underline{6000 \text{ mL/min}}}$$

6 L/min.

← في جزء من الجهاز التنفسي ما يدخل في عملية تبادل الغازات

← (Dead space)

← من 500 mL

← anatomic dead space

conducting airway
the volume of air in the Tracheo-bronchial tree that never reach to alveoli and never participate in gas exchange

500 ml

350 ml

alveoli

3 =

50 alveolar ventilation = ventilation rate

(tidal volume - dead space volume)

$$= 12 \times (500 - 150) = 4200 \text{ ml/min}$$

$$= 4.2 \text{ L/min.}$$

at rest

3 = ventilation rate

✓ alveolar ventilation

→ 1.8 L/min → ventilation rate

at rest

→ maximum voluntary ventilation :-

it is breathing as deeply and quickly as possible

170 L/min → total pulmonary ventilation



6
L/min

170
L/min

→ maximum voluntary ventilation test

سرعت زیاد و عمیق تنفس
rapid and deep breathing

15 sec

60 sec

$$\sqrt{60} = 4 \times 15$$

normal range $\Rightarrow$ (125 - 170 L/min)

(جواب)

✓ عادی تنفس

- Eupnea → normal quiet breathing.
normal

- Hyperventilation → increased respiratory rate and/or volume in response to increase metabolism.

→ Hyperventilation → increased respiratory rate and for volume without increased metabolism.

✓ = ضبابية نفسية نفسية نفسية
+ hyperventilation
rapid, deep breathing

وكن يفرقوا إذا كان فيه
in metabolism or not.

⊗ Hyperey → زيادة معدل
exercise

معدل ضربات القلب في عملية
breathing زيادة قوة وعملية

⊗ Hyperventilation → ما يعرف عنه

metabolic process زيادة عملية deep breathing

وكن فيه الزيادة معدل في عملية نفسية

يسمونه نسبة إني نفقة باله
✓ easy

hypocapnia ← respiratory muscle weakness.

→ hypoventilation → hypoxemia + hypercapnia

↓
type two respiratory failure.

⇒ hypoxemia ⇒ type one respiratory failure.

⇒ Tachypnea ⇒ rapid ^{not} deep breathing.
↓
shallow

anatomical respiratory system
structures different / differ from
people.

hypercapnia, hypoxemia

Tachypnea → (rapid shallow breathing) - pulmonary embolism - lung fibrosis.

common cases

→ Dyspnea → Difficulty of breathing.

↳ subjective or objective consciousness of difficulty of breathing.

Objective / subjective

- subjective →

- objective →

conscious

Dyspnea

Apnea → Cessation of breathing for 10 sec or more. ✓

TABLE 17.4 Normal Ventilation Values in Pulmonary Medicine

Total pulmonary ventilation	6 L/min
Total alveolar ventilation	4.2 L/min
Maximum voluntary ventilation	125–170 L/min
Respiration rate	12–20 breaths/min

Depression ← توقف التنفس تدريجياً
of respiratory center.

- Cessation → انقطاع تام

- consumption → استهلاك
قد لا يكون كافياً

كامل

→ Alveolar Gas composition varies little
During normal breathing.

→ our normal breathing is a mechanical
process that depends on air flow

⊗ PO_2 at atmospheric pressure = 760 mmHg
at sea level

← هو الضغط الجوي

التي تتغير قليلاً

O_2 concentration in air = 20%

PO_2 in air = 159.6 mmHg.

الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء

← mixing with CO_2
and water.

100 mmHg.

الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء بعد الخلط
104
or
105 ✓

Swing في ضغط الأكسجين

وهو الفرق بين قيمتين

في نفس المكان والوقت

(inspiration) (expiration) على نفس المكان والوقت

Swing في ضغط الأكسجين

→ so small swing in PO_2 !
سبب الفترة قصيرة في PO_2 من inspiration و expiration

→ the amount of fresh air that enters the lungs with each breath is only a little more than 10% of the total lung volume at the end of inspiration.

← يعني إن كمية الهواء الطازج التي تدخل في الرئة مع كل شهيق هي فقط أكثر من 10% من حجم الرئة في نهاية الشهيق.
التي حركته بمقدار 10% من حجم الرئة في نهاية الشهيق.
inspiration ✓

→ hyperventilation

alveolar $PO_2 \uparrow$

alveolar $PCO_2 \downarrow$

→ Hypoventilation

alveolar $PO_2 \downarrow$

alveolar $PCO_2 \uparrow$

→ rate of CO_2 in venous blood
is a marker of ventilation rate.

↓ the lower the PCO_2

(Def)

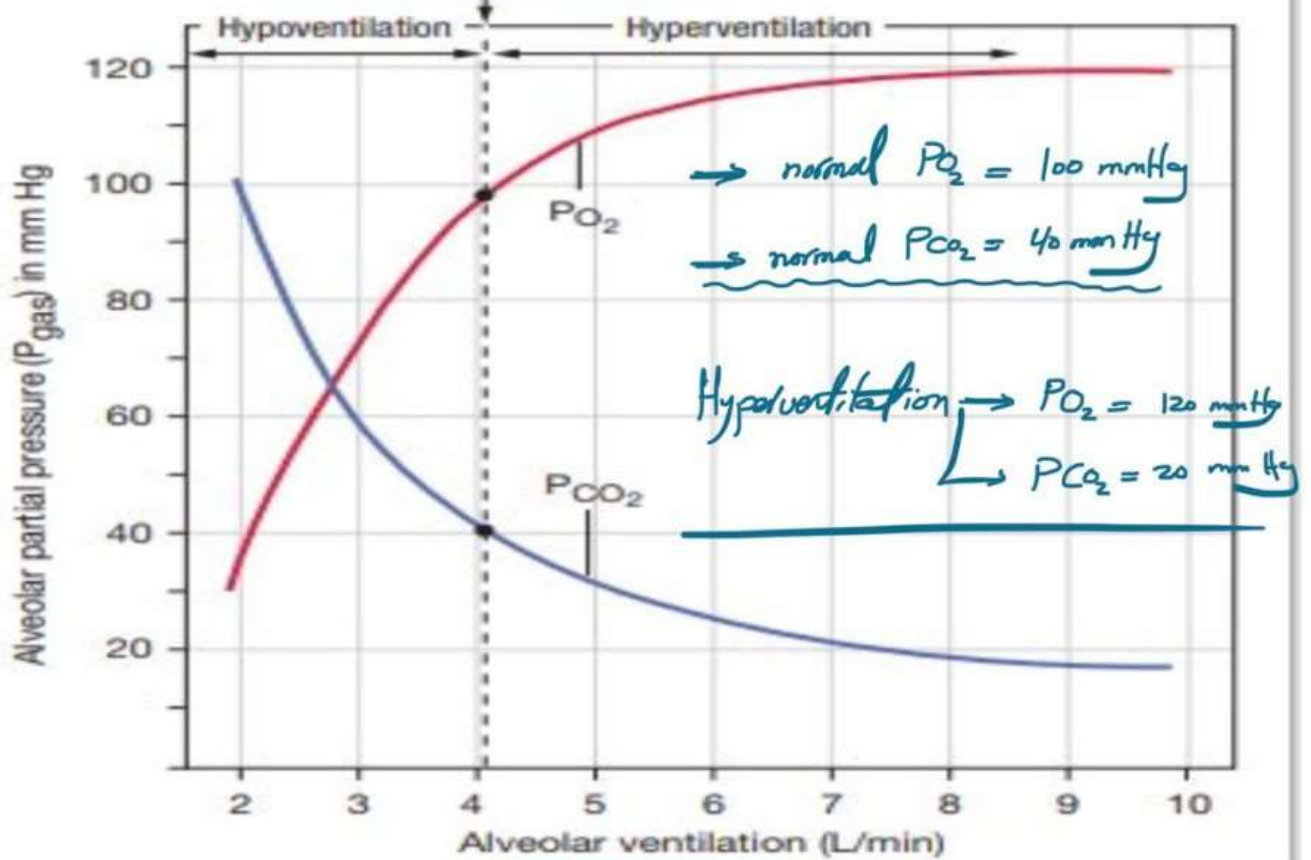
→ the amount of fresh air that enters the lung with each breath is only a little more than 10% of the total lung volume at the end of inspiration.

→ this is why hyperventilation is a very effective way to increase the rate of ventilation.

normal alveolar ventilation

التهوية الطبيعية ✓

Normal ventilation 4.2 L/min



✓

→ ventilation perfusion ratio

↓
alveolar ventilation
4.2 L/min

↘
blood flow
= cardiac output
= 5 L/min

$$= \frac{VA}{Q} = \frac{\text{alveolar ventilation}}{\text{perfusion}}$$

$$= \frac{4.2}{5} = \underline{\underline{0.8}} \quad \checkmark \checkmark$$

Function of the lung! الوظيفة الأساسية للرئة
is proper/adequate gas exchange.
(مناسبة)

← O₂ من الدم إلى الحويصلات
CO₂ من الحويصلات إلى الدم

perfusion.

← وهذا يعتمد على كفاءة الـ ventilation مع الـ

لأنه anatomically الـ alveoli بجوار الـ capillaries مما يسهل
الـ matching بين الـ ventilation و الـ perfusion.
between ventilation and perfusion.

عام حالت غروف پائے اور ventilation

پیشہ مع اور perfusion

وہی تائید واحد میں پائے علی پائی ✓

→ 0.8 ventilation, perfusion ratio
called optimal (VA/Q)

lung اور perfusion میں

high matching میں

between ventilation and perfusion

$$VA/Q = 0.6$$

- Negative pressure

- more expanded

- $\downarrow$ perfusion

ventilation-perfusion

$$\text{ratio} = \underline{\underline{0.8}}$$

Apex
of the lung

- high ventilation

- $\downarrow$ negative pressure

- $\uparrow$ perfusion

$$VA/Q = \underline{\underline{0.3}}$$

- low ventilation

- less distended

→ pleural pressure during inspiration
and expiration is negative.

→ apex of the lung high ventilated
But less perfusion.

→ base of the lung high perfusion
and less ventilated.

∴ negativity ∝ ventilation ∝ perfusion

at Apex → ↑ negativity = ↑ ventilation

at base → ↓ negativity = ↓ ventilation.

→ if ventilation = 0 so

the ratio also zero ✓

→ if ventilation normal but
no perfusion → $\frac{VA}{Q}$
0

there is
embolism or thrombosis.
✓

So no gas exchange "infinity"

ventilation absent
or perfusion absent $\leftarrow$ مساوي
 $\downarrow$
no gas exchange

$\rightarrow$ Effect of V_A/Q ratio on alveolar gas concentration.

zero = V_A $\leftarrow$ صفر $\leftarrow$ مساوي

so no alveolar ventilation.

$\downarrow$
مساوي
 PO_2 and PCO_2 in alveoli
come in equilibrium with gas
pressure in venous blood.

صفر zero = Q $\leftarrow$ صفر
no capillary blood flow

مقارن مع ضغط الهواء في الدم
في الشعيرات الدموية

لا يمتص O_2 blood ولا يفرج CO_2 blood
لا يمتص O_2 blood ولا يفرج CO_2 blood

"no uptake of oxygen"

So alveolar $PO_2 = 149$ mmHg

capillaries CO_2 لا يمتص CO_2 ولا يفرج CO_2
blood flow لا يمتص CO_2 ولا يفرج CO_2

→ physiological shunt:-

anatomical shunt

↳ pulmonary

blood flow → لا

lung لا يمتص CO_2 ولا يفرج CO_2

على اليمين ويرجع إلى

left side

of the heart.

physiological shunt.

منها الدم يرجع

على القلب ولكن

منه لا يخرج له

أكسدة؟!

لا يخرج له أكسدة

collapse.

blood لا يمتص CO_2 ولا يفرج CO_2

لا يخرج له أكسدة

blood pass from
veins directly to
left side of the
heart by pulmonary
veins without oxygenation

→ alveolar air = 100 P_{O_2}

- arterial blood = 97-96 P_{O_2}

قصير
shunt

أوعية رئوية

على الرغم من أن هذه المفروعة يكونوا نفس الحجم

حجم الأوعية

→ in vivo = لا يكون

$P_{O_2} = 100$

→ in vitro - لوعية الـ blood

وعرضة لـ O_2 100
رجع صيد 100

← مجموع الـ shunt سواء physiological

or anatomical = 5%

→ physiological dead spaces -

← نفس حمار
لا تشارك

gas
exchange

← الهواء التي يتكمن فيها الـ airway

في الـ gas exchange

anatomical dead space.

← الهواء التي يتكمن زيادة فيها الـ alveoli

ولا تشارك في gas exchange

alveolar dead space.

distended alveoli since no blood flow
blood vessels perfusion
high ventilation little flow

O_2 blood flow rate

air flow rate ← flow rate of this air
Gas ما يدخل في ال exchange.

physiological = wasted ventilation
dead space.

→ total dead space = alveolar dead space
+ anatomical dead space.

⇒ Bohr equation ⇒
physiological dead space PCO_2 in arterial blood
$$\frac{V_{D \text{ phys}}}{TV} = \frac{PaCO_2 - PeCO_2}{PaCO_2}$$

tidal volume PCO_2 in arterial blood PCO_2 in expired air

← کل کا بڑھانے کا
physiological dead space

ventilation کا ہمارا
wasted ہے ← کم کرتے

respiratory muscles کا بڑھانے میں
wasted ventilation
بڑھانے کی وجہ سے
blood flow

→ physiologic dead space = alveolar dead space

wasted ventilation =

⊕ VA/a → matching at the middle of lung
→ miss match at apex and base.

→

→

exercise

blood flow

→

→

(apex)

→ chronic obstructive pulmonary disease (COPD)

- common in smoker

- أعراض → ① chronic bronchitis
② obstructive emphysema
③ partially reversibly asthmatic

① productive cough

② dyspnea

③ Dilation in air spaces

④ hyperinflation

⑤ complete irreversible

→ Smoking → 1. chronic infection

2. chronic bronchitis.

3. chronic inflammation.

8 - increase number of goblet cells.

4 - destruction of the cilia

5 - inhibition of alveolar macrophage.

9 - excessive mucus secretion.

6 - decrease phagocytosis

7 - hypertrophy of mucus gland.

⑥ cilia
⑦ inflammation

10 - loss of subsegmental cartilage
in airway.

collapse ^{سحق} ^{في} ^{ال} ^{قنوات}
in alveoli

← يأخذ نفسه قبيل ما يخرج

collapse ^{توسع} ^{عامة}
↓
(alveoli)

← ^{سحق} ^{في} ^{قنوات} air trapping

$$\frac{(450)}{(500)}$$

mL

500 mL ^{قد} ^{أخذ}

alveolar ^{في} ^{قنوات} ^{بزر} ^{أو}

pressure.

Dilated ^{سحق}
bronchi

→ Distal to terminal
bronchiole.

Dilation توسع
in alveoli

capillaries بشعيرات ←

في

→ Blood بدم
Flow

ventilation تهوية ←

perfusion miss match.



(wasted ventilation توسع
physiological dead space)

df