physiology (6)

(Gas Exchange)

(Hypoxia)

- is decrease O_2 at the level of the cell in the tissue.
- طبعا آخر محطة الأكسجين يصلها الـ cell ، بداية من atmospheric air ، inspired air لغاية الـ conducting air .
- وحكينا PO_2 in atmosphere at sea level ← (160) بوصل لـ cell تقريبا من (23 - 3)
  ، إذا قلت عن واحد بيصير hypoxia .
- نقص الأكسجين inside the cell ممكن يحصل عند عدة محطات لأنه احنا الـ O_2 cascade
  ↳ inspired air → ventilation → diffusion → perifusion → cell
  ممكن يكون فيه مشكلة بكل السلسلة ووصل من 23-3 لكن لما وصل الـ cell مش قادرة نستفيد منه هذا برضو بيعتبر نوع من hypoxia .
- لا يكون في Hypoxia غالبًا بكون في (hypercapnia)
- لا أحكي hypoxia هي ← not clinical diagnosis ، not the disease
  لكن it's clinical signs . ← يعني مثلا لا احكي respiratory failure هذا not diagnos
  هو مش مرض مش تشخيص ، ولكن سبب المرض الي عمل respiratory failure هو هذا التشخيص .

Types of hypoxia :

Hypoxia means decreased O_2 at tissue cells

- في عندي 4 أنواع من hypoxia .

1. Hypoxic hypoxia

في عدة أمثلة ، يعني الأكسجين مش قادر يدخل من الـ alveoli لـ blood أو بدخل بكمية قليلة يعني ← ⓐ high altitude ← يعني واحد طلع جبل مرتفع أو منطقة مرتفعة عن سطح البحر بيصير قل atmospheric pressure بيصير قل PO_2 بسبب inspiration of low O_2 concentration يعني من الأساس الهوا اللي بتنفسه قليل .

ⓑ Alveolar hypoventilation ← انو الأكسجين قل في الـ alveoli نتيجة shallow breathing وبالتالي رح يصير PO_2 في الدم واطي وبكمل لعند الـ cell ويكون واطي .

(c) Neuromuscular disorders ← نقص مقدرة ال hypoventilation ← لانه صابه ين الم
اسبابها من neuromuscular weakness ، واحد عضلات ال respiratory muscle
ضعيفة ، من مبين ال بحركه ال lung ← إجا ال respiratory muscle الي بتعمل ventilation
(inspiration ، expiration). لو ضعفت ال muscle مش رح يقدر
يعمل full inspiration ، مش قادرة ال muscle تفرج الرئة .

(d) Abnormal alveolar V/Q ratio : ← increased physiologic dead space or shunt
زي مثلا يكون ventilation perifusion mismatch يعني dilated alveoli
كثير وال pulmonary capillary ← stretched ، ال perifusion قل بيصير صار mismatch
يعني الهوا الي بال alveoli كثير ومتوفر لكن ال flow ال bl قليل مش محتاج كل هالهوا
اذن مش كل الهوا الي بال alveoli رح يعمل gas exchange ، إذا في جزء مش رح يشارك
اذن هنا دهشة وضع ال dead space .

(E) Decreased respiratory membrane diffusion ← يعني هنا صار
↳ thicking of respiratory membrane
بيصير ال diffusion distance رح تطول بيصير رح يقل ال rate of diffusion زي ال
lung fibrosis أو pulmonary edema .

2. Anemic hypoxia

Inadequate O_2 transport to tissue by blood

يعني يا اما ال number of cell (RBC) ← قليلة ، يا اما hemoglobin قليل
مهما أعطي الأكسجين زيادة لكن مش شايلين . يعني الأكسجين متوفر لكن مش حاملة
تشيله .

Anemia or blood loss

نقص RBC ، رح يصير decreased O_2 carried capacity of blood .

circulatory deficiency

carbon monoxide poisoning.

يعني لما يكون في slow blood flow وفي الأكسجين عام ووصل لكن blood flow
في capillary ← slow ، طب انا 5 cell بدي تكون الأكسجين لكل وحدة زمنية ،
طب انت مش ماشي كويس ← فبصير hypoxia .

• التسمم بأول أكسيد الكربون ، انتو عارفين انه affinity of CO to hemoglobin
← 210 يعني ضعف O_2 ، و بالتالي ال CO بتقعد عن hemoglobin binding site ، اذا كان
ما بلاقي كويس تقعد عليه وبالتالي بصير (hypoxia) . المدخنين في 5 ← 10% من دمهم فيه CO

اصتمان

3. Ischemic hypoxia (stagnant hypoxia)

- Reduced blood flow
- Heart failure (تعريفه) (inability of the heart to supply adquat blood to periphral tissue)
- local thrombosis ← (تخثر) reduced blood flow localized
- shock → decrase blood flow , hypotension لانه بكون فيه

4. Histotoxic hypoxia

لم يعني لانكسجين فاتج كويسه جدا للـ lung ، الـ bl flow ← الـ P_{O_2} ممتاز

لقاه الـ capillary كويسه ، دخل للـ cell وموجاهز منه الاكسجين ، لكن الـ cell

امتنعت عن انها تاخذه . لانه في مشكله زي مثلا

↳ ⓐ cyainede poisoing :

لانه في مشكلة في الـ metabolism زي Poisoing ، هنا بكون في مشكلة بصل

↳ block of cellular enzyme

واحنا عارفين انو الـ cellular respiration بتعتمد على الـ cellular metabolism والـ enzymes

في enzyme لو صار الها block فش رح يصير utalization of O_2

زي الـ cyainede وهذا بعمل block cytochrome oxidase في الـ mitochondria تبعتها

وبالتالي ← can not use O_2 .

↳ ⓑ Beriberi (B_1)

هو عبارة عن نقص vitamin B_1 ، هنا بصير oxidative enzyme deficiency

لانه vitamin B_1 بدخل في تركيبها وبالتالي ما بصير utalization of O_2 ، and formation of CO_2

Effects of hypoxia on the body.

اقرأ الـ ٣ نقاط الي بالسلايدز. (slide 7)

O_2 therapy in different types of hypoxia

1. In atmospheric hypoxia :

والله لو القضية انو الـ inspired O_2 هو القليل لانه من الـ atmosphere ، لو اعطيته

O_2 رح يتحسن طبيعي . رح نعيش (100% effective therapy)

2- In hypoventilation hypoxia :

لو كان سبب ال hypoxic ← hypoventilation ، بيتعطى منا لو اعطيته O_2 100% يعني 5 أضعاف الأكسجين الموجود في alveoli رح يتحسن الاكسجين لكنه رح يتبقى CO_2 . لأنه ال hypoventilation تعمل (CO_2 retention) ، كمان CO_2 ← push out لازم أحسن ال ventilation .

3- In hypoxia caused by impaired alveolar membrane diffusion.

← لو ال diffusion هي المشكلة ، يعني في thickening في ال membrane ، بتعطى هنا الاكسجين effective ، لو اعطيته O_2 رح يزيد ال PO_2 في alveoli ولكن يصل 600 mmHg ، بنزيد ال pressure gradient بدل ما كان 60 رح يصير 640 يعني الفرق 560 ال gradient عالي جدا . يعني ال O_2 ← (highly effective) .

4- In hypoxia caused by anemia ------ shunt :

احنا ما عنا اصلا كثير hemoglobin ، يعني حتى لو اعطيتك O_2 ← رح يكون
↳ less effective.

عشان يكون PO_2 ← نورمل في alveoli مش محتاج أكسجين ، لكن نقص hemoglobin carrier

5- hypoxia caused by inadequate use of O_2 :

يعني histotoxic hypoxia علاجها الأكسجين ، لأنه عنده اكسجين أصلا (وبكثرة) بتبقى ال O_2 ملوش قيمة .

(Cyanosis)

↳ Bluish discoloration of the skin and mucus membrane due to increased amount of deoxygenated hemoglobin more the 5 gm in each 100 mL of capillary blood.

هو ازرقاق في الجلد والأغشية المخاطية نتيجة زيادة نسبة ال hemoglobin الغير مؤكسد أكثر من 5 gm . ← طب احنا عنا الدم 15 gm / 100 mL blood معنى ذلك انه لو موجود 5 gm مش مؤكسدة من أصل 15 gm بعد ال 5 بشوية على طول بزرق .
عند 5 مؤكسدة رح يبدأ يزرق . معنى ذلك انه ثلث ال hemoglobin مش حامل O_2 رح يزرق

* في ناس أصلا عندهم anemia واحد أصلا دمه 8 ، هذا مش رح يزرق لسبب إنه لأنه مش معقول ينزل ل 3 لحتى يزرق . لكن الي عنده Polycythemia يعني Red cell count عالي والي بيدخنوا بصير كريات الدم عالية وهكذا ، هدول دغري بيصلهم cyanosis على طول . ← نسهل ينزل عندهم الاكسجين .

أنواع الـ cyanosis :

↳ central cyanosis : → مثل lung fibrosis

يعني اله علاقة بالـ gas exchange ، دخول الأكسجين من الـ lung للـ blood

يعني السبب مركزي ، الأكسجين في الـ lung مش موجودة ، نتيجة عدة أسباب انو

O_2 بالدم قليل . central cyanosis ← clinical بنفحص بالـ lips والـ tongue

↳ peripheral cyanosis :

هنا ملوش دعوة بالـ central oxygenation لكن المشكلة انو الأكسجين في الـ peripheral tissue

ناقص زي الـ (HF) .

FIG 18.1 Pulmonary gas exchange and transport. (رسمة)

* الرسمة هاي بتوضحلنا انو الـ inspired air والأكسجين بيدخل الـ alveoli وبعدها

diffusion من الـ blood وبعدين بالـ pulmonary vein ← بيجي على الـ heart

للـ LA ← LV ← aorta وبعدين بيدخل الـ tissue بيصير cellular metabolism بطلع

CO_2 عن الـ venous circulation وبيرجع ثاني مرة على الـ RV على الـ lung .

Gas exchange in the lungs and Tissues :

بالأول في breathing (ventilation) وبعدين بالـ alveoli بصير diffusion للـ O_2 من alveoli

للـ blood و CO_2 من blood للـ alveoli اعتمادا على pressure gradient

عند الـ tissue العملية بتنعكس ، انو الأكسجين بيدخل من capillary للـ tissue ، CO_2

من الـ tissue للـ capillary . طبعا الـ O_2 بنحتاجه بـ oxidation of glucose بسموه

↳ oxidative phosphorylation

- intracellular PO_2 averages (40 mmHg)
- Arterial blood arriving at the cell has a PO_2 average (100 mmHg) غلط ج ٢

↳ من (95 ← 97)

بالعادة الـ PO_2 في cell أقل الـ capillary pressure يكون في gradient وبالتالي

↳ O_2 will diffuse from capillary to the cell

بحيث الـ 40 هذه للـ arterial side capillary pressure . لكن inside the cell

↳ PO_2 → 3 - 23 just.

← بس العكس الـ PCO_2 produce from mitochondria وبالتالي PCO_2 اعلى من الـ capillary فـ

بتنتقل من cell لـ capillary blood .

At the pulmonary capillary:

هنا

venous blood bringing waste CO_2 from the cell ⟶ lung ديتخلص كم ال

PCO_2 في ال venous blood ← 46 . وال alveolar PCO_2 ← 40

الرسمة Fig 18.2 Gases diffuse down ...

هاي الرسمة تتجيب نفس الكلام . قرأ الأرقام وانتبه الأرقام الي مكتوبة بالعربية ال

نفس نفس الرسمة . .

هي الجدول ال بالسلايد ← هنا الكتاب بناقض نفسه لكن هنا بالجدول

هو الكلام صح .

بالجدول في arterial PO_2 كاتب (85 - 100) ليش اوليش ؟!

بسبب الاختلاف في atmospheric pressure مش كل الناس ساكنة at sea level

في ناس ساكنة بالمناطق المرتفعة فبقل الأكسجين فبقل PO_2 .

اغلب مستوى سطح البحر ← (95 ، 97) .

pH بالجدول ال arterial بين بين venous .

ال venous blood ← مفروض is more acidic بسبب المضاف ال CO_2 .

لكن دقيقتها ال بقوله الجدول (الي بقوله صح مو غلط ؟؟).

Lower alveolar PO_2 Decreases O_2 uptake:

طبعاً ، طالما المصدر الي بنغذي الأكسجين قليل ، بنفس uptake رح يكون قليل

- Factors affect the efficiency of alveolar gas exchange & determine whether arterial blood gases are normal.

بنفع علشان يكون ال adequate O_2 uptake by the cell لازم عشرين معطيات لما توفر هنا .

كل المحطات لازم تكون سليمة علشان بالنهاية يوصل لل cell بالكمية المطلوبة

1. adequte O_2 must reach the alveoli
2. Normal diffusion of gases ... ⟶ موجودين بالسلايد من هناك لا تقرأهم
3. adequte blood flow

- في عندي two factor تجلتوا ب . low alveolar PO_2

1 → inspired air has low O_2 content (high altitude)

2 → alveolar ventilation [illegible] قليل (hypo ventilation).

Composition of the Inspired Air :

high atitude inadequate O_2 in inspirated air انو في بيرجع نفس الكلام اللي حكيناه

بيقع ال PO_2 في alveoli رح يكون قليل بدل ما يكون 100 ممكن يصير 70 .

Alveolar Ventilation :

hypoventilation تعمل (low PO_2) وشرحناه كيف مش صحيح .

Pulmonary diffusing capacity :

↳ It's the volume of gas that diffuses through respiratory membrane each minute for a partial pressure difference of 1 mmHg.

يعني هي كمية الغاز اللي بتنتشر من alveoli للدم أو العكس بالدقيقة الواحدة. طبعاً

بالدقيقة الواحدة لكل difference 1mmHg ← يعني كل ما بزيد ال difference كل ما بزيد

ال Pulmonary diffusing capacity يعني كل ما بزيد ال gradient . يعني مثلاً الأكسجين 100 في

alveoli و 40 في venous blood , لكن ما الفرق 60 (الفرق 60) , كل ما بزيد 60

كل ما بزيد ال volume that diffuse per minute .

↳ For O_2 = (21 ml/min/mmHg)

بزيد 3 أضعاف exercise → (65 ml/min/mmHg)

↳ For CO_2 = 400 - 450 (ml/min/mmHg) → أعلى من PO_2 .

exercise → 1200 _ 1800 (ml/min/mmHg)

(Measurement of diffusing capacity)

- Breathing small amount of CO (1%) and alveolar PCO is measured

مفترض انو blood ما فيه PCO ← PCO ← zero . اذن

↳ Pressure difference across resp. membrane is PCO alveoli

(معامل الانتشار) Diffusion coefficient for O_2 = 1.23

O_2 diffusing capacity = 1.23 X 17 = 21 ml/min/mmHg

(17 ← PCO in alveoli)

Diffusion Problems Cause Hypoxia

Diffusion rate is directly proportional to ↲ ٣ عوامل

↳ surface area ↳ concentration of gas ↳ permeability

Diffusion rate ∝ surface area × conc. gradient × barrier permeability.

Diffusion is inversely proportional to

↳ sequare of the distance (thicknes of membrane)

$$\text{Diffusion rate} = \frac{1}{\text{distance}}$$

ال diffusion rate . تتناسب عكسياً مع ال distance أو thickness of membrane

. كل ما زادت ال surface area لل membrane بزيد ال rate of diffusion .

. كل ما بزيد ال conc. gradient كل ما بزيد ال rate of diffusion ← يعني لو غاز

Partial pressure تبعه (10) ومن الناحية الثانية (15)، وتبع الغاز 10 و 20

ال gradient الأكثر بكون ال diffusing capacity أكثر.

(لمحة) Alveolar Gas exchange

بعض العوامل الي بتأثر على تبادل الغازات في ال alveoli.

↲ أول إشي كمية الأكسجين الي وصلت من هوا ل (O_2 reaching the alveoli)

مثلاً لو ال inspired air بحتوي على O_2 أقل زي ال high altitude رح يقل O_2

في blood.

↲ يعتمد كمان على ال (alveolar ventilation) ← لو في good ventilation يعني

ال inspired air رح يوصل لل alveoli ويعطيني good O_2، لو في

hypoventilation ما رح يوصل لل alveoli ورح يقل الأكسجين. طب ال alveolar ventilation

يعتمد على ٣ أشياء 1 ① Rate and depth breathing ← لازم يتنفس deep breathing

يعني ال ventilation ← good. ② airway resistance ← لو صار narrowing in airway

زي asthma، COPD، بيصير رح يقل ال ventilation، ③ [illegible] lung compliance

كل ما بزيد ال compliance بقل ال ventilation.

↲ العامل الثاني هو ال diffusion بين alveoli و blood. يعتمد على ال surface area

كل ما كانت أكثر كل ما زاد ال rate of diffusion كل ما تحسن gas exchange، وال Diffusion distance

يقصد فيها ال thickness of membrane وال amount of fluid (intersitial fluid)

مثلاً لما يصير HF قبل ما يصير alveolar edema بصير intersitial edema

اذن ال alveoli مش فيها ماء. يبدأ؟ interstitial. ال pressure بزيد
يصير thicking of membrane. ويقل ال diffusion. وبعد ال interstitial edema
تتحول ل alveolar edema.
↳ العامل الأخير ← Adequate perfusion of alveoli. خلص الخلاط.

↙ (24) (رسمة)

الرسمة هاي توضح diffusion barrier between lung and blood
نعرف هنا عامل مقطع بنوضح (respiratory membrane ، هنا alveolar space (زرقاء)
اول اشي surfactant وبعدين ال alveolar epithelium وبعدين ال interstitial fluid
و membrane وبعدين epithelium type I alveolar. وبعدين plasma وبعدين RBC.

شغل الرسمة Diffusion = surface area x barrier permeability distance

↳ اول حالة ← normal lung:
نعرف PO_2 نفس الي في ال alveoli وفي ال blood.
↳ ثاني حالة emphysema:
يكون فيه Distruction of alveolar wall و decreased surface area وبأثر ع diffusion
ويقل O_2. يقل بالدم.
↳ ثالث حالة fibrotic lung disease:
ال fibrosis رح يعمل thicking of membrane ويقلل ال diffusion.
↳ Pulmonary edema:
تبدأ interstitial edema وبالتالي تتجمع thickness وتزيد ويقل PO_2 في arterial blood.
↳ asthma:
في narrowing of airway يقل ال ventilation (low PO_2) وبالتالي
يكون في low PO_2 ب alveoli وفي blood. خلصت الرسمة.

Diffusion problems cause hypoxia

طبعا ال hypoxia أصلا يعتمد على ال hypoxemia كانت الحكي في diffusion
في Gas exchange in lung ، لما تقل ال alveolar surface area / ال diffusion of O_2 تقل
لما يزيد ال thickness لل respiratory membrane تقل O_2 ، لأن ال diffusion distance تقل
نتيجة edema يصير ال نقل O_2.

Gas solubility affect diffusion:

- the movement of gas molecules from air into a liquid لـه يتحدد
  - [1] pressure gradient of the gas.
  - [2] the solubility of the gas in the liquid. → diffusion كل ما بزيد بزيد الـ
  - [3] temperature.

عامل تشبيه بالسلايد كتا يوضح الحق ؟ gas solubility ← معها وصفيا غاز

عن ماذا، من pressure gradient صار الـ الغاز ع يتراوح gaseous step لـ liquid step

لأنه جزيئات الغاز رح يدخل في الماء لأنه في gradient . إذا كان pressure is higher in water than in gas will leave water.

- If gas pressure is higher in the gaseous phase than in water then the gas dissolves into the water..

- Now compare O_2 solubility with CO_2 solubility, CO_2 is 20 times more soluble in water than O_2.

إذن لو كان PO_2 → 100 ، CO_2 في الماء → 5.2 ،
↳ it's concentration in water → (3)

• يعني PO_2 ، PCO_2 كانوا الـ 2 ← 100 ، وصرنا الـ pressure الحقيقي

لكن الـ solubility تختلف لذا الـ amount of each gas different ،

→ (the more solubility the more the diffusion)

- O_2 low solubility in aqueous solutions means that very little O_2 - - - - بالعبرة
  وهذا أقل شيء لأكسجين محمل بالـ plasma علشان (low solubility)
  كمية بكون بس 2% بالـ plasma.

يصير hypoxemia قبل hypercapnia لأنه في نقص بالأكسجين الـ diffusion تبعه
أقل لكن CO_2 ماشي حاله بالرغم من انه في thickening of membrane . الـ مشاكل أكثر هي O_2
عند مراحل متأخرة بيصير retention of CO_2.

- Diffusion of O_2 into alveolar capillaries does not have time to come to equilibrium before the blood has left the capillaries.

بطيء ، بالتالي لما thickening of membrane بيصير ؟ مطلوب hypoxemia من ثم hypercapnia

وقرأ آخر سلايد.

(Aya) تم :)