بسم الله الرحمن الرحيم

تفريغ المحاضرة 1 شعبة 6 :

Respiratory System Functions :

وظيفته ما بتقتصر على ادخال وإخراج الهواء ، احنا منتنفس لانو كل خلية بجسمي بتحتاج الى طاقة ، وحتى نعمل ال normal activity منحتاج مصدر للطاقة ، كيف رح ننتج ال ATP ؟

يتم انتاج الطاقة ATP في المايتوكندريا واللي بتحتاج الى اوكسجين + غلوكوز (طاقة) بيتم انتاج ATP + ماء+ CO2(GAS)

كل خلية بجسمنا بتعمل هاد التفاعل حتى تحصل على ال ATP

GLUCOSE+O2 ---→ H2O+ATP+CO2

مصدر الجلوكوز هو الاكل

p.s يمكن انتاج ال ATP بدون تواجد الاكسجين لكن يكون بكميات قليلة جداً 3-2

كل خلية بتعمل لحالها cellular raspiration ، المايتوكندريا عندها بتمسك الغلوكوز و الاكسجين وبتعمل التفاعل حتى تنتج ATP

كل اشي منعملو منحتاج لحتى نعملو لطاقة والطاقة لازم تكون بكميات كبيرة حتى نعمل كل هاي الأنشطة ، لهيك منحتاج الاكسجين اللي بدخ لجسمنا عن طريق الجهاز التنفسي لاتمام هاد التفاعل وإنتاج اكبر كمية من ال ATP

*احنا مش بس منحتاج لادخال الاكسجين كمان منحتاج نطلع ال Wastes اللي هي غاز ال CO2

⚡ وظيفة الجهاز التنفسي انو يعمل exchange يدخل لجسمنا ال O2 ويطلع من جسمنا ال CO2 هاي العملية تسمى ventilation

◀ الحويصلات الهوائية بعد ما تتعبى بالاكسجين هاد الاكسجين لازم ينتقل للدم (يعني هان رح يصير exchange بين الحويصلات الهوائية والدم) بعدها رح ينتقل الاكسجين من الدم للخلايا والانسجة وهيك الخلية بتقدر تعمل cellular respiration

اذا ال physiological function للجهاز التنفسي هو انو يوصل الاكسجين للخلايا والانسجة حتى تعمل cellular respiration ، كمان بحاجة للتخلص من ال CO2

← ال CO2 طول حياتنا بعلمونا انو مش منيح للجسم بس طلع مظلوم ، هو مهم لجسمنا وكثير لانو بنظم ال PH للدم بس بصير خطير ع جسمنا لما تزيد نسبتو في الجسم

p.s ال physiological PH =7.4

p.s ال PH تعتمد على تراكيز ال CO2 في جسمنا والعلاقة عكسية ، بالتالي مثلاً لما يختنق الشخص رح تزيد كثير نسبة ال CO2 في جسمو بالتالي رح تقل ال PH ورح يدخل الشخص في حالة acidosis وهاي ممكن انها تقتل الشخص

⚡ال PH بتعتمد على شغلتين رئيسيات في جسمنا :

1-تركيز ال HCO3 والعلاقة طردية ،واللي بتحكم في تراكيز ال HCO3 هو ال RENAL SYSTEM

Done by : Aysha Najajrah

2- تركيز ال CO2 والعلاقة عكسية ، واللي بتحكم في تراكيزو بجسمنا هو ال RESPIRATORY SYSTEM

⬅️ال CO2 لازم يكون في نسبة منو موجودة في الدم لانو هاي النسبة رح تتحكم ب blood PH ، كمان بتأثر على مراكز بالدماغ للوعي بتخليك تصحصح

p.s لما يعطو مريض اكسجين في المستشفى ما بكون مية بالمية عبارة عن اكسجين ، بكون تقريباً 98 بالمية منو اكسجين والباقي CO2

<u>كيف الجهاز التنفسي بعمل regulate blood PH ؟</u>

فرضاً ولسبب ما ال PH بجسمنا قلت ، يعني الشخص دخل بحالة acidosis انو زاد انتاج +H بالجسم و ال ketone bodies زادت برضو ، شو المفروض نعمل بكمية ال CO2 حتى نرفع قيمة ال PH ؟ عن طريق تقليل كمية ال CO2 بالجسم (حكينا انو العلاقة عكسية)

فأي شخص بصير عندو Acidosis بصير يتنفس بسرعة لحتى يقلل من نسبة ال CO2 في الدم بالتالي رح ترتفع ال PH

⬅️ Vocalization : جزء من الجهاز التنفسي بيحتوي على ال larynx voice box تحتوي على الاحبال الصوتية

⬅️ايضاً الجهاز التنفسي بتكون من طبقات من ال nose , pharynx , trachea كلها هاي وظيفتها انها تنظف الهوا اللي داخل على الرئتين بالتالي هاد بعمل alveoli protection

⚡الوظيفة الأساسية للجهاز التنفسي انو يوصل الاكسجين لكل خلايا الجسم حتى يتم انتاج ال ATP للقيام بالوظائف والمهمات الرئيسية و ال ATP فقط يتم انتاجها داخل المايتوكندريا عن طريق ال cellular respiration

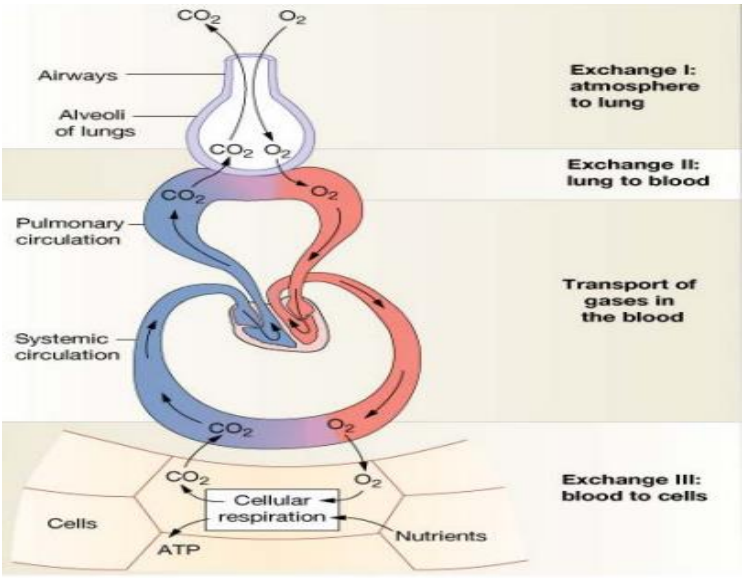
✨الاكسجين مصدره ال external environment عن طريق الشهيق والزفير ، الشهيق بعبي الرئتين بالاكسجين ومنفضيها من ال CO2 عن طريق الزفير ، بعدها رح يصير diffusion للاكسجين بحيث انو رح ينتقل من الحويصلات الهوائية الى الدم والدم رح يوصلهم للانسجة ، اذاً الدم اللي بكون رايح للانسجة بكون غني بالاكسجين وبعطيها للانسجة وبيوخذ منها ال CO2 وبرجع فيه ع الرئتين

⬅️ال respiratory system معتمد على cvs ، بحاجة للدم والاوعية الدموية لانها هي اللي رح تحرك هاي المواد وتنقلهم ، كمان بحتاج لمكونات الدم مثلاً الدم بيحتوي على بروتينات مهمة لنقل الاكسجين

⚡الاكسجين لما يوصل الدم ، هو ما بذوب في الدم بس 2 % من الاكسجين ممكن انو يذوب في الدم الباقي منو بتم نقلو عن طريق بروتين الهيموغلوبين ، كل هيموغلوبين واحد بيحمل 4 اكسجين

في حالة نقص الهيموغلوبين لاي سبب كان مثل النزيف او فقر الدم في هاي الحالة بصير الشخص حاسس انو ما في اكسجين بالغرفة وانو مخنوق شوي وبكون يتنفس منيح لكن المشكلة انو ما في هيموغلوبين كافي لنقل الاكسجين اللي دخل للرئتين

p.s ارتباط الاكسجين بالهيموغلوبين يكون reversible ، اول ما يدخل الاكسجين الى الدم برتبط بالهيموغلوبين وبضل ماسك فيه لحد ما يوصل الانسجة اول ما يوصلهم بفلتو وبدخل الاكسجين للنسيج



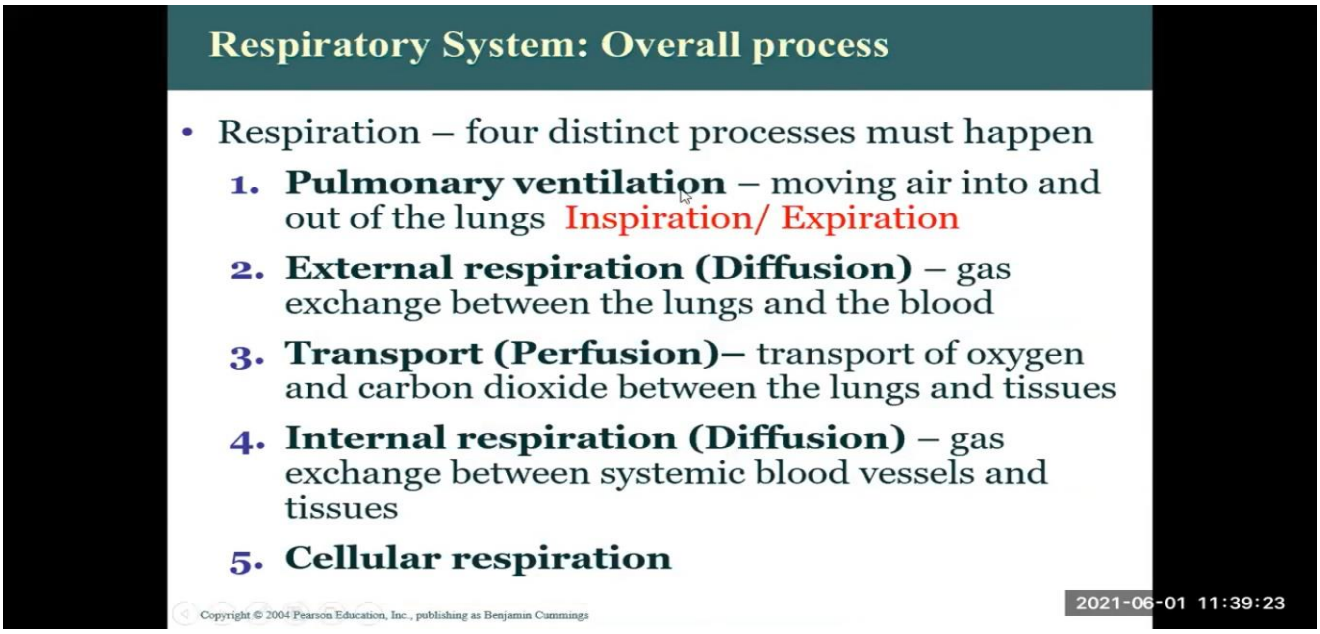
⬅ الجهاز التنفسي يتضمن exchanges للغازات بين البيئة الخارجية و الرئتين هاي الميكانيزم منسميها Breathing / ventilation (inspiration / expiration) هاد اول exchange

⬅ ال exchange الثاني بكون بين الرئتين والدم

⬅ بعدها رح يتم نقل الاكسجين في الدم عن طريق الهيموغلوبين لحد ما يوصل الانسجة

⬅ ال exchange الأخيرة بتكون بين الدم والانسجة ، بحيث انو الانسجة رح توخذ الاكسجين لحتى تعمل cellular respiration وتعطي الدم CO2 لحتى يوديها للرئتين

p.s طريقة انتقال الغازات هي ال passive diffusion (من high الى low)



Done by : Aysha Najajrah

ال Respiratory system يقسم الى جزأين اللي هم : upper respiratory system + lower respiratory system

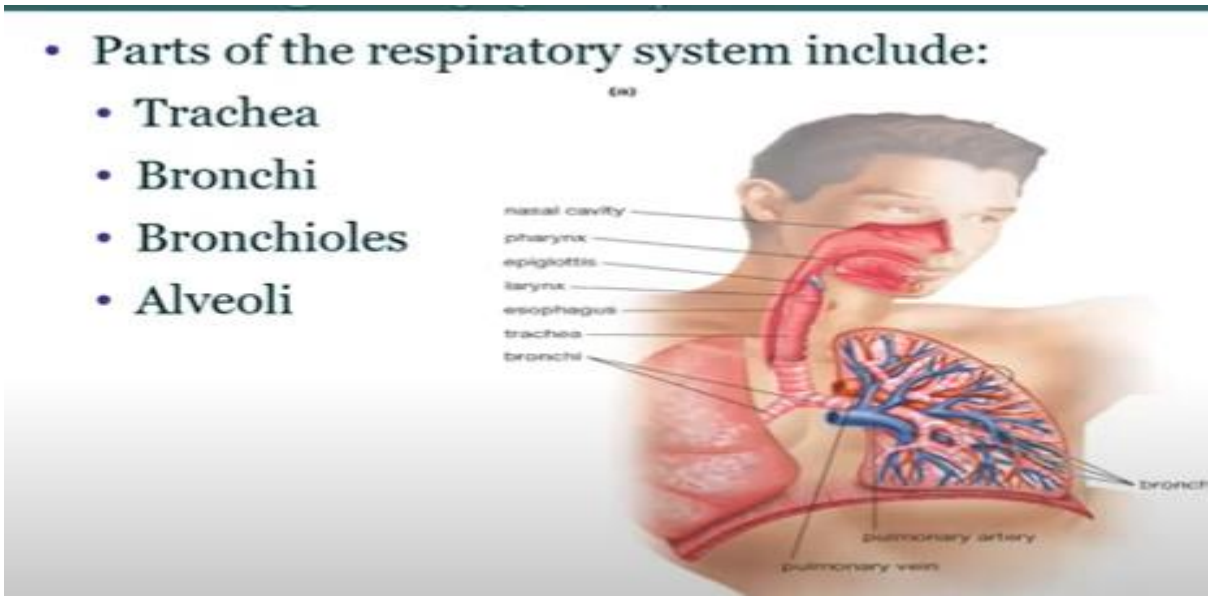
⬅️ال upper مكون من nasal cavity اللي هو جزء من الانف ، pharynx (تكون مشتركة بين الجهاز التنفسي والهضمي) مجرد ما نوصل ل larynx بصير بس أجزاء للجهاز التنفسي

⬅️ال lower بكون من ال trachea والاجزاء اللي لتحت

⚡ال thoracic cavity هي جزء من الجهاز التنفسي مهم جداً لعملية الحماية للقلب والرئتين

⚡الرئتين يوجد حولها غشاء اللي هو pleura برضو بغرض حماية الرئتين

⚡كمان في عضلات مهمة في عملية التنفس ، اهم وحدة فيهن هي diaphragm اللي لما يصيرلها انقباض بتعمل فرق كمان في intercostal muscle + internal intercostal + external intercostal + abdominal muscle +neck muscles كل هاي العضلات بتساهم وبتساعد في عملية التنفس ، هاي العضلات الانقباض والانبساط لالها رح توسع المنطقة او تضيقها ، الميكانيزم اللي بتحكمو فيها هي ال pressure اللي علاقتو بال volume علاقة عكسية ، بالتالي لما يصير انقباض لل diaphragm بنزل لتحت بالتالي رح تزيد ال volume بالتالي رح يقل ال pressure بالتالي برضو رح يقل الضغط داخل الرئتين وبصير الضغط في الخارج اعلى بالتالي بصير الهواء يدخل من الضغط العالي الى الضغط المنخفض ، يعني من الخارج (المحيط) الى الرئتين



يحدث ال exchange في ال alveoli لهيك بتكون محاطة بعدد كبير من ال capillaries

ال alveoli تخرج من نهايات ال bronchioles

Done by : Aysha Najajrah

نيجي نقسم الجهاز التنفسي حسب ال physiological function :

✨ **conducting zone** : هي بس بتكون عبارة عن ممرات هواء وتقوم بفلترته وكمان بتخليه warm انو درجة حرارتو بتصير مناسبة يعني هي الها وظيفة مهمة بس ما الها علاقة بال gas exchange وهي بتتضمن : nose ,nasal cavity,pharynx , trachea لحد ما نوصل نهاية ال bronchioles

✨ **respiratory zone :** نهاية ال bronchioles اللي بتعمل : alveolar ducts , alveoli هدول اللي بصير فيهم gas exchange

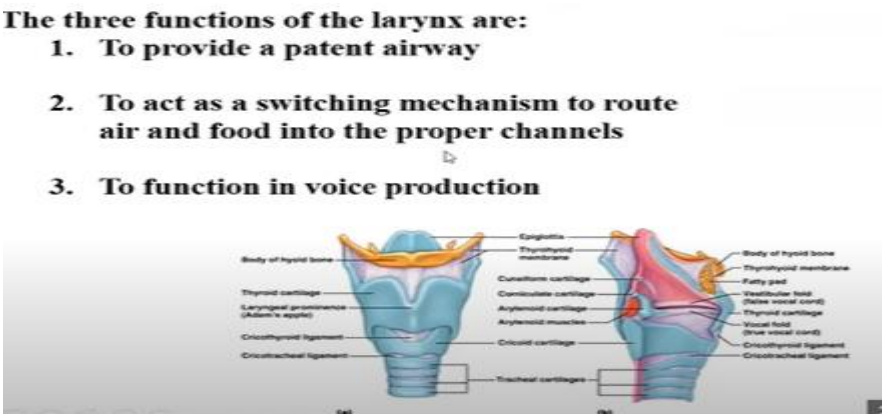
---

الرئة اليسار مقسمة الى قسمين اما اليمين فمقسمة الى 3 اقسام ، السبب لانو الرئة اليسار زايحة ع جهة اليسار اكثر من الطبيعي ، سبب هاد الانحناء هو وجود القلب

p.s ال trachea تكون محاطة ب cartilage

Larynx(voice box):

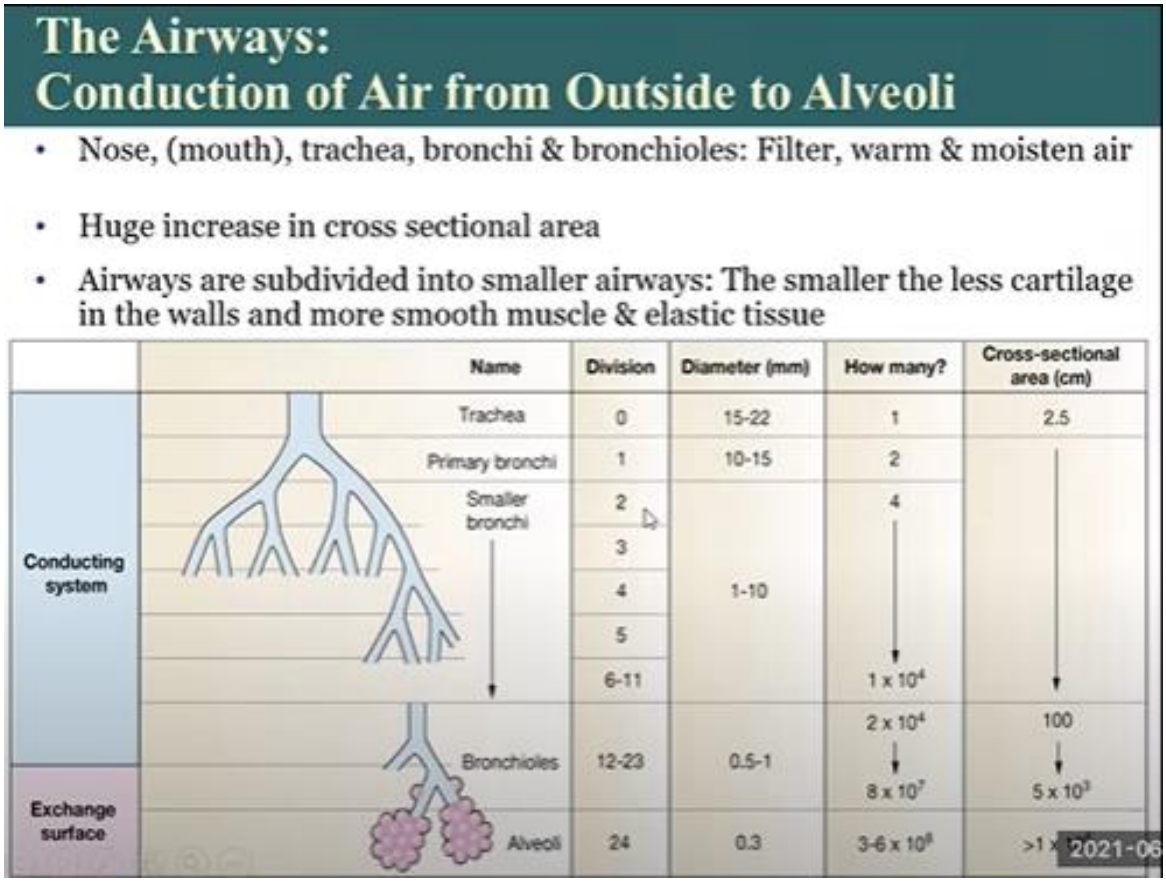
تحتوي على الاحبال الصوتية + هاي المنطقة هي اللي بتحدد اذا كان اللي فيها اكل وين رح يروح واذا كان اللي فيها هواء وين رح يروح



تكون ال trachea محاطة بال cartilage اللي بتعمللها support ، بعدها رح ييجي ال bronchus اللي رح تنقسم لجهة يمين وجهة يسار وبعدا بتبلش تتفرع من primary ل secondary وبتضل تتفرع لحد ما تصير bronchioles

p.s ال bronchioles + alveoli ما بكون فيها cartilage ، بكون فيها smooth muscles

---



كل ما منتزل للاسفل باتجاه ال exchange surface (نهاية ال bronchioles وال alveoli) بزيد عدد التفرعات

بتكون في البداية مش مقسمة ولا الها أي تفرع ، بعدها بس ننزل لتحت رح يعطينا اول انقسام اللي هو primary bronchi اللي رح تعطينا فرعين ، بعدها كل ما منتزل لتحت بزيد عدد التفرعات لحد ما يوصل العدد تقريباً 24 فرع

⚡ال diameter كل ما نزلنا باتجاه الأسفل كل ما بصير اصغر

⚡ ال total sectional area كل ما نزلنا باتجاه الأسفل كل ما زادت ، يعني ال surface area رح تزيد ، ال gas diffusion بعتمد على ال surface area (العلاقة طردية)

⚡كل ما نزلنا باتجاه الأسفل رح يقل ال cartilage ورح يزيد ال smooth muscles + elastic tissue يعني ال elasticity بتزيد كل ما توجهنا نحو الأسفل

✨ ال conducting system وظيفتها هي انو تعمل filtration + warm+ moisten air

⬅ال alveoli تكون مليئة بال smooth musclesاللي بما يصيرلها انقباض وانبساط بتتحكم في ال alveoli بتكبرها وبتضغرها وهي بتتحكم بكمية الدم اللي رح توصلها

Done by : Aysha Najajrah

Trachea

- Flexible and mobile tube extending from the larynx into the mediastinum
- Composed of three layers
  - Mucosa – made up of goblet cells and ciliated epithelium
  - Submucosa – connective tissue deep to the mucosa
  - Adventitia – outermost layer made of C-shaped rings of hyaline cartilage

⚡ goblet cells يعني خلايا بتفرز mucus اللي رح يعلق فيه الغبرة والاوساخ اللي ممكن انها تدخل مع الهوا اللي منتنفسو

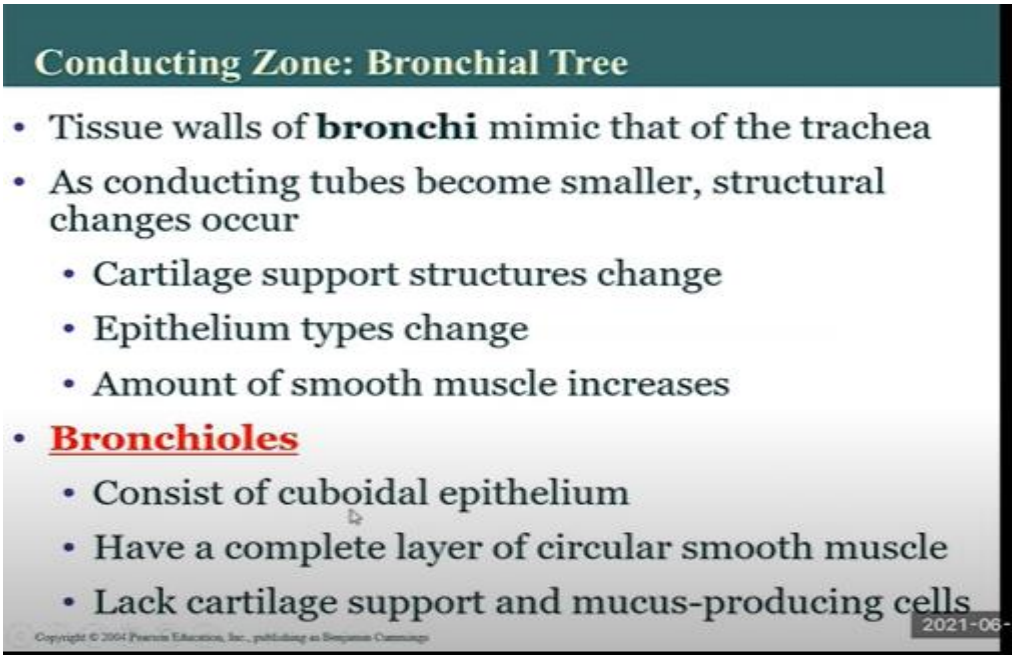
⚡ ال ciliated epithelium هاي اللي رح تمنع المواد انها تدخل للداخل ورح تمسك الأشياء اللي علقت بال mucus وتطلعوا للخارج لل pharynx

ال ciliated epithelium حركتها بتكون فقط باتجاه الأعلى (pharynx) لهيك سموها mucociliary escalator (upward movement)

◀ال mucus اللي بتم انتاجه بكون يحتوي على lysozomes اللي بتعمل على قتل البكتيريا اذا كانت موجودة

⚡وجود ال cartilage يعطي support

Done by : Aysha Najajrah



في نهاية ال bronchioles يوجد terminal bronchiole اللي بتصب في ال respiratory bronchioles اللي بتعطي alveolar ducts وكل وحدة فيهم حولها مجموعة من الاكياس اللي بسموهن alveolar sac والكيس الواحد هو alveoli اللي رح يصير فيها ال gas exchange

✨في عنا ال pulmonary artery بكون ال pulmonary veins + pulmonary artery جايب deoxygenated blood بكون معبى CO2 اللي رح يطلع من highالى low يعني من ال pulmonary artery الى ال alveoli ، وبتكون ال alveoli معبية بال O2 اللي كمان رح تنتقل من high الى low أي من ال alveoli الى ال pulmonary vein

⬅️ alveoli هي المكان اللي بصير فيه exchange وبكون الجدار لالو thin بسموها moist تكون تشبه الاكياس ، الهوا الموجود يحتوي على ماء ،

⚡وجود الماء والغاز هاد رح يعمل اشي اسمو surface tension هاي القوة تكون دائماً باتجاه ال center تاع ال alveoli ، هاي القوة كأنها بتقلص حجم ال alveoli ويعمللها collapse في حالة لما بدو يطلع الهواء من ال alveoli وهيك بصر صعب نرجع نفتحها ونعبيها هوا ، بس ربنا خلق مادة بتساعد بتقليل ال surface tension اللي اسمها surfactant اللي بتقوم ال alveoli بافرازها بمجرد تقليل ال surface tention رح تمنع انو يصير collapse

p.s لو كان الجدار thick لاخذت الغازات مسافة ووقت كبيرين لحد ما توصل الدم

⬅️ال alveoli تكون محاطة ب capillaries حتى تعمل exchange

95% من ال alveoli مكونة من طبقة من الخلايا اسمهم type 1 alveolar cells المكونة لل surface الو

الاكسجين رح تنتقل من ال alveoli الى ال capillary

وال CO2 لانو اعلى في الدم رح ينتقل من ال capillaries الى ال alveoli

Done by : Aysha Najajrah

✨لما يكون حجم ال alveoli صغيرة رح تنتج surfactant اكثر والعكس صحيح ، هاي ال surfactant يتم افرازها من خلايا type 2

⚡بين ال alveoli والثانية بكون فيه connection بيناتهم ، بكون فيه pores اللي رح يصبو باللي جنبهم انها بتحاول تعمل ال pressure بيناتهم متساوي

⬅في قانون اسمو law of laplace بعمل علاقة بين ال pressure و surface tension و حجم الحويصلة (القطر لالها)

فرضاً نثبت ال surface tension سواء في الكبيرة او الصغيرة بكون نفس القيمة =3 فرضاً ، اما ال radians تاع الصغيرة =1 اما الكبيرة = 2 (الضعف) ، حسب هاد القانون رح يكون ال pressure اعلى في الصغيرة ، لانو حسب هاد القانون فان كل ما زاد القطر رح يقل ال pressure (العلاقة عكسية) ، بالتالي بما انو الصغار فيهم ال pressure عالي بتصير تفضي pressure في الحويصلات الكبار فبالتالي رح يصير ال exchangeبين alveoli والثانية ومش هاد اللي بدنا إياه ، فحتى نمنع هاد الاشي لازم نعمل ال pressure متساوي في الجهتين الكبيرة والصغيرة ،من الأشياء اللي بتساعد هو وجود ال pores اللي بتحاول انها تعدل ال pressure ، الاشي الثاني هو ال surfactant اللي زي ما صرنا نعرف انو بيعمل على تقليل ال surface tension

منعرف انو ال alveoli الكبيرة بكون فيها اقل surfactant و type 2 cells بتصير تفرز منها اكثر في الصغيرة بالتالي رح يكون ال surface tension في الصغيرة اقل لانها بتحتوي على surfactant اكثر بالاخير ال pressure بطلع متساوي في الجهتين

⚡وجود ال pores بين الحويصلات بمنع كمان حدوث collapse

⚡كمان اللي ممكن انو يمنع حدوث collapse انو لما نفضي ال alveoli في الزفير مل بتفضى ع الاخر

⬅لما تكون ال alveoli --> elastic رح يصيرلها stretching وبترجع لحجمها الطبيعي هاي الرجعة منسميها recoil وهاي بتحفز انو يصير collapse

---

Newborn Respiratory distress syndrome (RDS):

هاي بتصير مع الأطفال اللي بينولدو قبل موعدهم

ال surfactant ببلش انتاجها وافرازها عند الجنين باواخر اشهر الحمل ، بالتالي اللي بنولدو قبل موعدهم ما بكون عندهم surfactant بالتالي ممكن يصير عندهم collapse هدول لازم يتعالجو بسرعة لهيك بعطوهم artificial surfactant حتى نمنع حدوث ال collapse

---

في حالة صار مشاكل في ال left ventricle زي مثلا left ventricle heart failure رح يزيد ال hydrostatic pressure بالتالي السوائل رح تصير تتجمع في ECM ورح تسبب pulmonary edema بالتالي رح تزيد المسافة اللي رح تقطعها الغازات من alveoliالى capillary وبالعكس ،وذائبية الغازات في الماء كثير سيئة ، لهيلا بتلاقي اللي عندهم pulmonary edema عندهم صعوبة بالتنفس

✨ال alveoli تكون محاطة ب fine elastic fibers بحيث الها القدرة انها تتوسع وبعدها ترجع للحجم الطبيعي الها

✨ ال alveoli تحتوي على macrophages اللي موجودة حتى تنظف أي جسم غريب تشيلو

Done by : Aysha Najajrah

بسم الله الرحمن الرحيم

تفريغ المحاضرة 2 شعبة 6 :

File 2: Physical aspect of Ventilation

حركة الغازات ان جينيرال تعتمد على قوانين الفيزياء

⬅ال respiration هي عملية تبادل الغازات في اكثر من مرحلة ، من الخارج للرئتين ، من الرئتين للدم ، من الدم للانسجة

ال respiration بكون على مرحلتين :

⚡Internal respiration: بعض الكتب معتبرينها انو لما الخلية تأخذ الاكسجين بتاخذها المايتوكندريا مع سكر الغلوكوز كمصدر للطاقة ورح تنتج ATP

كتب أخرى معتبرينها انو لما يدخل الغازات للجسم ويصير exchange

لكن معظم الكتب معتبرينها انها هي التنفس الخلوي

⚡External respiration : تمثل ال exchange للغازات من الخارج للرئتين ومن الرئتين للدم ومن الدم للانسجة

تتم ال external respiration من خلال اكثر من خطوة : تبدأ بعملية الشهيق والزفير (pulmonary ventilation) اللي منعمل فيها exchange وبحرك الغازات بين air ول lungs

بعدها لما تتعبى الرئتين بالاكسجين رح يصير exchange للغازات بين الرئتين والدم بصير للغازات diffusion، الاكسجين رح يطلع من الرئتين الى الدم و CO2 رح يطلع من الدم للرئتين

بعدها رح يصير transport للغازات عن طريق الدم

واخر نقطة ال exchange اللي رح يصير بين الدم والانسجة

ولما تدخل للانسجة والخلايا رح تعمل ال internal respiration

رح يطلع من ال right ventricle دم deoxygenated عن طريق ال pulmonary artery لحتى يوصل الرئتين (بكون يحتوي على نسبة عالية من CO2) فلما يتفرع ل capillaries رح يصير exchange عند الحويصلات الهوائية ، فالاكسجين بكون تركيزو عالي في الرئتين رح ينتقل من تركيزو العالي الى المنخفض (الى الدم capillaries) ، وال CO2 رح ينتقل من تركيزو العالي في ال capillaries الى تركيزو المنخفض في الرئتين ، الدم اللي بطلع من الرئتين بكون مشبع بالاكسجين تقريباً بنسبة 98% واللي رح يطلع لل pulmonary vein وبعدها يروح لل left atrium ومنها لل ventricle لل aorta لكل انحاء الجسم لحد ما توصل الانسجة active اللي رح توخذ الاكسجين اللي بتستهلكو مع الغلوكوز لحتى تنتج ATP+CO2 ، بالتالي لانها بتستهلك كثير اكسجين يتكون تراكيزو قليلة فيها ولأنها بتنتج CO2 بكون تراكيزو عالية فيها

Done by : Aysha Najajrah

نبدا بال external respiration وأول خطوة فيها هي عملية ال ventilation (breathing) اللي بتتضمن عمليتين :

⬅️ inspiration : ندخل الهواء من الخارج للرئتين

⬅️ expiration : نطلع الهواء من الرئتين للخارج

الغازات اللي بتدخل للرئتين عبارة عن اكسجين + CO2 + نيتروجين وغازات أخرى لهيك حركة هاي الغازات تسمى bulk flow

p.s اكثر غاز موجود في الجو هو النيتروجين بعدها الاكسجين ونسبة قليلة من CO2

ال flow لهاي المواد بعتمد حسب قوانين الفيزياء على : فرق الضغط والعلاقة طردية ، وعلى ال resistance والعلاقة عكسية

$$F = \Delta P/R$$

هسا حركة الغازات رح تكون من الضغط العالي للضغط المنخفض، لما نيجي ندخل غاز الاكسجين من الخارج للرئتين عنا ال Atmospheric pressure هاد ثابت ما منقدر نغير فيه اشي وقيمته تساوي تقريباً 1 ATM = 760mmHg (at sea level) ، بالتالي ما في حل الا انو نغير الضغط اللي داخل الرئتين

بما انو احنا عارفين انو في الخارج 760 بالتالي عشان ندخل الهوا للرئتين لازم نعمل الضغط في الرئتين اقل من 760 فالهوا رح ينتقل من الضغط العالي يعني من الخارج الى الضغط المنخفض يعني للرئتين

اما في حالة بدنا نطلعو من الرئتين في هاي الحالة لازم يصير الضغط في الرئتين اعلى من الخارج يعني اعلى من 760 بالتالي الهوا رح ينتقل من الضغط العالي اللي هو في هاي الحالة الرئتين الى الضغط المنخفض اللي هو الخارج

النيتروجين بدخل وبرجع بطلع من الرئتين ، انو ما بنتقل للدم زي الاكسجين لانو الدم ما بحتوي مثلاً على بروتين يرتبط بالنيتروجين وينقلو (ما في الو ناقل في الدم)

طب هسا كيف منتحكم بالضغط داخل الرئتين ؟

عن طريق التحكم في ال volume

عنا Boyle's law بحكيلنا انو يوجد علاقة بين الضغط والحجم والعلاقة عكسية ، اذا حابين نقلل الضغط في الرئتين لازم نزيد الحجم (هاي لما بدنا نعمل شهيق) بالتالي الهواء رح ينتقل من الضغط العالي (الخارج) الى الضغط المنخفض (الرئتين) ، اما لما يقل حجمهم رح يزيد الضغط (في حالة الزفير) فالهواء رح ينتقل بفعل الفرق في الضغط للخارج

⚡في حالة استنشاق غازات سامة زي مثلاً في الحرائق بطلع من الحريق غاز CO ، الهيموغلوبين عندو affinity لل CO اعلى بكثير من الاكسجين ، بالتالي لما يكون في بالجو CO الهيموغلوبين يفضل الارتباط فيها عن الاكسجين ، بالتالي رح يقل تركيز الاكسجين في الجسم بالتالي غالباً هدول الأشخاص بموتو اختناق

⚡في حالة صار تضيق في القصبات الهوائية رح تزيد ال resistance بالتالي رح يقل ال flow (بالتالي رح يصير ال ventilation اصعب) لان العلاقة عكسية

حكينا انو ال ATM Pressure بكون ثابت (760mmHg at the sea level)

Done by : Aysha Najajrah

Negative respiratory : لما يصير الضغط اقل من ATM pressure هاي في حالة inspiration رح تكون حركة الغازات من الخارج الى داخل الرئتين

Positive respiratory: لما يصير الضغط اعلى من ATM pressure هاي في حالة ال expiration رح تكون حركة الغازات من الرئتين نحو الخارج

في حالة انو الضغط في الرئتين يساوي ال ATM pressure في هاي الحالة ما بتتحرك الغازات (at rest)

humans are negative pressure breathers : يعني احنا عشان نتنفس وندخل الغازات للرئتين منعمل الضغط في الرئتين اقل من ATM pressure (هاي عند الانسان ومعظم الحيوانات ما عدا الضفدع)

في حالة احنا منضطر نعمل فيها positive pressure ، لما مثلاً عضلات التنفس صار فيها شلل وبطل المريض قادر انو يتنفس فبستخدمو ماكنة هايب تعمل على توليد ضغط عالي بالتالي بتدخل الضغط على الرئتين بالقوة (من high الى low)

Respiratory pressure دائماً احنا منقارنهم ب ATM pressure

عنا ال pressure اللي بكون داخل الرئتين وبالتحديد في ال alveoli هاد اللي لازم نعملو + او – عشان ندخل الهواء او نخرجه اللي اسمه Intrapulmonary pressure ، بتكون قيمته متغيرة ، في حالة كان مساوي لل ATM pressure ما رح تتحرك الغازات ، في حالة كان اقل رح تحصل عملية الشهيق وفي حالة كان اكبر رح تحصل عملية الزفير

تكون قيمتها صفر at rest

في كمان pressure اللي موجود في pleural cavity اسمه intrapleural pressure ، يكون متغير في القيمة ، بس الاشي الثابت فيه انو دايماً negative (يعني بكون دايماً اقل من ال ATM pressure) وبكون قيمته -4 at rest = ، بما انو دايماً اقل من ال ATM pressure اذا دايما بكون فيه فرق بينو وبين ال Intrapulmonary pressure ، لذلك دائما يوجد قيمة ل transpulmonary pressure

P.s في حالة كانت قيمة ال Intrapulmonary pressure = intrapleural pressure رح يصير collapse (تكون قيمة transpulmonary pressure صفر في هاي الحالة)

اذا اخذنا الفرق بين Intrapulmonary pressure و intrapleural pressure بطلع pressure بسموه transpulmonary pressure ، هاي القوة اللي رح تحافظ على انو الرئتين ما يصيرلها collapse وانو تستمر علية الشهيق والزفير

تكون قيمتها 4 at rest

Done by : Aysha Najajrah

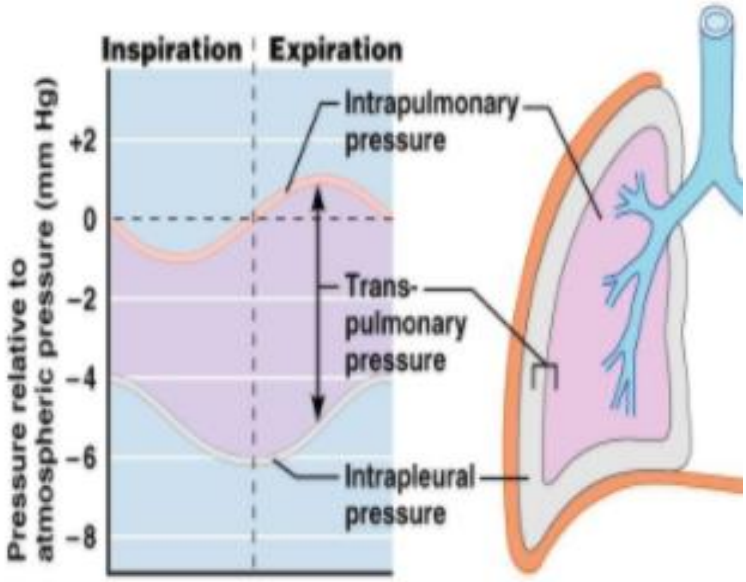


Figure 22.12

على ال y axis عبارة عن pressure related to ATM pressure

لما يحكيلنا انو الضغط صفر يعني = 760mmHg وهاي في حالة AT rest في حالة intrapulmonary pressure

هسا خلال الشهيق ال intrapulmonary pressure رح تنزل قيمتو يصير negative بالتالي مجرد ما صار اقل من ATM pressure ببلش الهوا يدخل من الخارج للرئتين بعد فترة الضغط داخل الرئتين رح يزيد ويصير اعلى من ATM pressure وهيك الهوا رح يطلع من الرئتين للخارج

✨ال intrapulmonary pressure يكون صفر في حالة rest و موجباً في الزفير وسالباً في الشهيق

⚡عنا ال 4-= intrapleural pressure at rest (negative) ، خلال الشهيق بصير more negative وبعدها في الزفير بحاول يرجع يزيد قيمتو

⬅️الأعضاء اللي بجسمنا اللي بتكون elastic السبب بكون لانو عليها elastin اللي رح يعطيها ال elasticity وتعني انو هاد العضو الو القدرة انو يرجع لحجمو الطبيعي بعد ما تمددت ، هاي الرجعة منسميها elastic recoil عنا في الريس ال chest wall+lungs are elastic

.The lung has a tendency to recoil inward and pull away from the chest wall

.The thorax has a tendency to recoil outward, away from the lung

ال chest wall ال recoil لالو باتجاه الخارج والرئتين باتجاه الداخل وفيه بينهم ال pleural cavity اللي حجمها رح يزيد نتيجة لهاي الحركة بالتالي الضغط فيها رح يقل (العلاقة عكسية) عشان هيك هو دايماً negative ، يوجد قوة تعاكس هدول القوتين (recoil) اللي هي surface tension اللي رح تحمي ال pleural من التمزق نتجية لقوتين ال recoil المتعاكستين

Done by : Aysha Najajrah

الرئتين دايما معرضة انو يصيرلها collapse ، ومن المحاضرة الأولى منعرف انو ممكن ال surface tension يعمل فيها collapse وحكينا انو حلها هو ال surfactant

كمان اللي ممكن يعمل collapse هو lung elastic recoil اللي اتجاهو للداخل وكمان surface tension اتجاهو للداخل بس فيه ال thoracic wall recoil عكسه بالتالي رح يخفف من احتمالية انو يحدث collapse

✨في حالة مثلاً شخص اكل سكينة/أي اشي حاد بوحدة من الرئتين ممنوع نشيلها /نسحبها من الرئة لانو مكانها بعد ما نسحبها رح يدخل هوا من الخارج في هاي الحالة رح يتساوى ال intrapleural pressure with the intrapulmonary pressure وبالتالي رح تصبح قيمة ال Transpulmonary pressure تساوي صفر بالتالي رح يصير للرئة collapse

---

Mechanism of Ventilation

حتى نعمل شهيق : لازم الضغط فيها يكون اقل من ATM pressure عن طريق انو نزيد حجمها ، فحتى نزيد الحجم لازم يصير انقباض لعضلة ال diaphragm بالتالي رح تنزل باتجاه الأسفل فبالتالي رح يزيد حجم ال thoracic cavity بالتالي رح يقل الضغط

في عنا كمان ال **internal and external intercostals** اللي بتكون على ال ribs كل وحدة اتجاهها مختلف عن الأخرى ، انقباض ال internal بيعطي نتيجة تختلف عن ال external عشان هيك بسموهم **antagonistic muscle groups**

في الشهيق رح يصير انقباض ل diaphragm +external intercostal بالتالي رح تزيد ال space ويقل الضغط وبمجرد ما بصير اقل من ATM pressure رح يدخل الهواء من الخارج

اما في حالة الزفير : ال relaxiation لهاي العضلات مع ال recoil هي اللي رح تقلل ال volume بالتالي رح يزيد الضغط وأول ما يصير اعلى من ATM pressure رح ينتقل الهواء من الرئتين نحو الخارج

⚡في الشهيق رح تدخل تقريباً 500 مل من الهواء والزفير رح تطلع نفس الكمية ، بس صار exchange يعني الهواء اللي بدخل الرئتين مش نفسو اللي بطلع ، اللي بدخل بكون غني بالاكسجين اما اللي بطلع بكون مليان CO2 بالتالي هو صح نفس الكمية بس المحتوى مش نفسو

⬅️Inspiration : زي ما كان فيه للكارديو مراكز في جذع الدماغ كمان الريس الو مراكز في جذع الدماغ ، يوجد Inspiratory center (IC) in medulla oblongata stimulated هاد رح يبعت motor neuron ل phrenic nerve في ال diaphragm كمان رح يبعت phrenic nerve (costal nerve) ل external intercostal muscle اللي رح تعمللهم contraction بالتالي ال volume رح يزيد بالتالي ال Intrapleural space (IPS) increase بالتالي ال ضغط فيها رح يقل

Causing the lung to expand-→ Pulmonary volume increase→intrapulmonary pressure decrease **<760 mmHg**)

بالتالي الهواء رح ينتقل بفعل الضغط من الخارج (العالي) الى الداخل (المنخفض)

رح يدخل تقريباً 500 مل من الهواء(الغني بالاكسجين) الى الرئتين

Done by : Aysha Najajrah

⬅️ Expiration : (due to recoil + relaxation)

بتكون الحويصلات الهوائية مليانة هوا ، هسا هي بتحتوي على stretch receptor هاي رح تبعت إشارة (Stimulation of Afferent vagus (sensory nerve) للدماغ لمراكز التنفس فيه انو الحويصلات الهوائية امتلأت فبتعمل Inhibits IC in Brain stem and stimulate Expiratory centers which inhibit IC بالتالي رح يصير relaxation للعضلات بالتالي ال volume رح يقل وهاد رح يزيد ال pressure ومجرد ما رح يصير اعلى من ATM pressure بالتالي رح يطلع الهوا من الرئتين للخارج

كمان ما ننسى انو lungs elastic recoil هاي رح تساعد انو يخرج الهواء من الحويصلات الهوائية

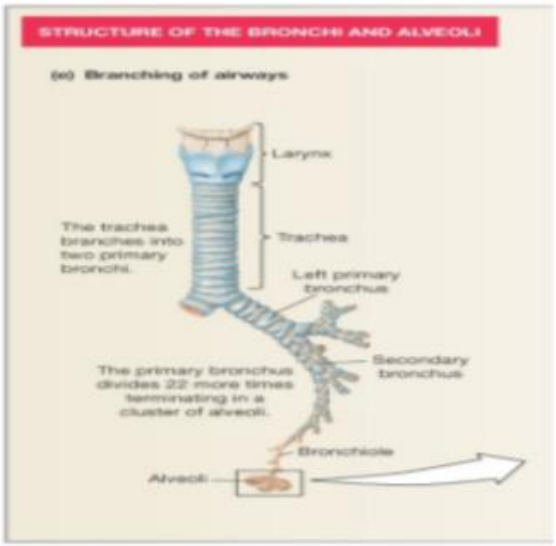
✨لو بدنا نعمل active expiration (deep expiration) رح نعمل contraction ل : internal intercostal muscles and the abdominal muscles which are not used during inspiration

✨لو بدنا نعمل deep inspiration رح نشغل عضلات اكثر + رح يزيد ال innervation على ال external intercostal muscles يعني عدد ال neurotransmitters بصير اكثر بالتالي بزيد ال contraction للعضلات ، وفي ال diaphragm بزيد ال innervation ل phrenic nerve بالتالي رح يتم افراز neurotransmitters اكثر بالتالي رح يزيد الانقباض لالها

⚡يوجد مراكز في الدماغ تعمل على انو النقلة بين الشهيق والزفير تكون very smooth لدرجة انو احنا ما منحس بالفترة اللي بتكون بينهم

Factors Affecting Ventilation

- Airway Resistance
- Diameter
- Broncho-Constriction
- Broncho-Dilation
- Mucous Blockage
- Alveolar Compliance
  - Surfactants
  - Surface Tension
- Alveolar Elasticity



حركة الغاز بتعتمد بشكل طردي على الفرق في الضغط ، لكن يوجد قوة معاكسة لالها اللي هي resistance ، اذا زادت R بالتالي رح يقل ال flow للغازات

اذا صار broncho-constriction رح تزيد R

اذا صار Broncho-Dilation رح تقل R

اذا صار Mucous Blockage رح تزيد R

Done by : Aysha Najajrah

اذا فقدنا ال ELASTICITY رح تؤثر على ال compliance (العلاقة بين الضغط والحجم)

✨ال alveoli عندها compliance ولازم تكون normal ، اذا صارت high او very low رح يأثر على ال ventilation

⬅️ Airway Resistance : كل ما قل diameter المفروض انو ال resistance رح تزيد ، لكن في هاي الحالة انو بكون كل ما قل diameter رح تقل ال resistance لانو صحيح ال diameter بقل لكن ال total sectional area بتزيد (نفس مبدأ ال capillaries) انو ال bronchioles بكون ال diameter لالها اقل لكن ال resistance لالهم اقل

⚡ال Epinephrine بوسع ال bronchioles (broncho-dilation)

⚡ الاستيل كولين بعمللهم broncho-constriction

Lung Compliance (Stretchable) Is a measure of the lung's ability to stretch and expand:

لازم يكون بال normal range لالو ، أي زيادة او نقصان مش منيحة

$$\text{Compliance} = \frac{\text{Volume}}{\text{Change in pressure}}$$

هي عبارة عن علاقة بين الضغط والحجم ، عند ضغط معين رح يتعبى حجم معين من الغازات في الحويصلات الهوائية (هاد في الوضع الطبيعي) ، في حالات مرضية انو الرئتين رح تتآكل فيها هاد المرض اسمو emphysema بالتالي الرئتين رح تصير هشة (ضعيفة) فقط تحتاج لضغط خفيف ورح تنفخ وتتملا بالغاز (high compliance) ما بتكون مشكلة في الشهيق ، المشكلة بتصير في الزفير لانو ال elastic recoil عندها كثير ضعيف

وفي حالات بتكون العكس انو الحويصلات الهوائية عندها low compliance في حالة fibrosis بصير جدار الحويصلات الهوائية صلب كثير بكون عندو high elastic recoil بتكون فيه الزفير عادية ما فيها مشاكل اما الشهيق بحتاج لضغط عالي كثير حتى تمتلأ بالهواء

The compliance of the lung is determined by 2 factors:

1) Elasticity :

لانها بتعتمد على ال recoil لالها لانو اذا كان high/low رح يأثر

2)Surface tension

Surface tension of the fluid that lines the inside walls of the alveoli

Done by : Aysha Najajrah

بسم الله الرحمن الرحيم

تفريغ المحاضرة 3 شعبة 6 :

File 3 : Lung volumes

منعرف انو حركة الغازات تعتمد على قوانين الفيزياء وبالمقام الأول هو فرق الضغط والعلاقة طردية

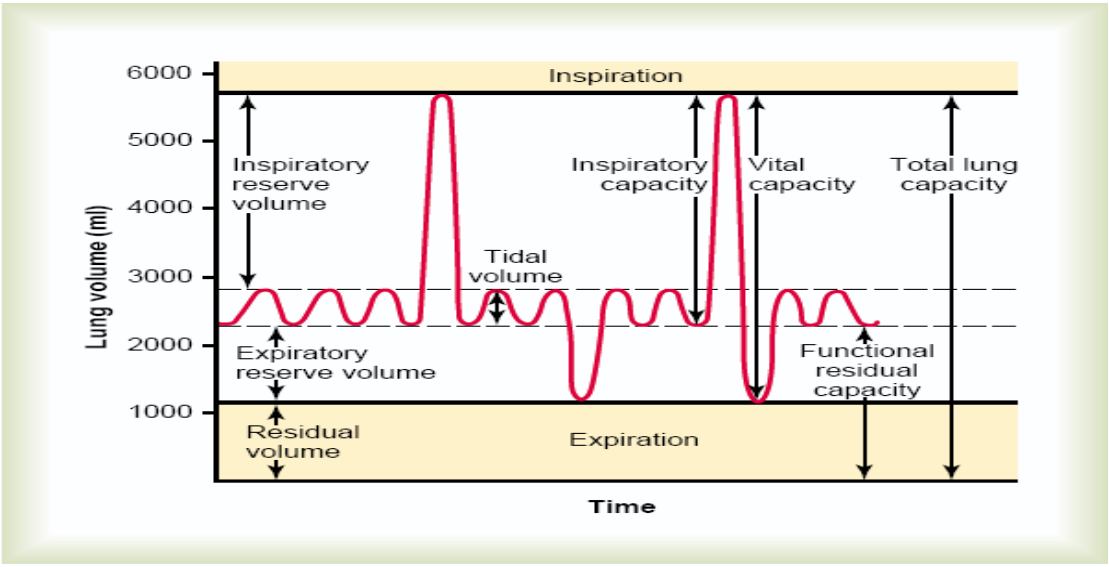
كمان منعرف انو ال flow للغازات يتناسب عكسياً مع ال resistance

⚡كمية الهوا اللي بقدر اسحبها بتختلف عن كمية الهوا اللي انت بتقدر تسحبها ، يعني كمية الهوا اللي ممكن تدخل الرئتين بتختلف من شخص للثاني ، كمان كمية الهوا اللي رح تطلع بتختلف من شخص لاخر هاي ال volumes منقدر نحسبها (منقدر نحسب كم ممكن اسحب/اطلع هوا في الوضع الطبيعي وكمان نحسب ال maximum اللي ممكن يدخل الرئتين) اذا في عنا في الرئتين capacity (سعة معينة) تختلف من شخص لاخر (تختلف من شخص طبيعي لحدا عندو ربو لحدا بدخن كل حد فيهم بكون عندو سعة بتختلف عن الاخر)

⬅منقدر نفحص هاي ال capacity عن طريق جهاز اسمو spirometer اللي بعمل test for lung function ومنشوف هل بتقدر توخذ الحجم الطبيعي من الهواء في الشهيق وتطلع الحجم الطبيعي من الهواء في الزفير وبتفحص سعتها وكم ال maximum من الهواء اللي ممكن انها توخذه

p.s هاد الجهاز ما بيسخدموه في المستشفيات منلاقي استخدامو اكثر في المختبرات والأبحاث

⬅ هاد الجهاز بتكون من tube اللي رح تنفخ فيه الهواء ، كمان منشوف في الجهاز زي ورقة وقلم والقلم مرات بطلع كثير ومرات بنزل وهاد بعتمد على حركة الهواء اذا انت بتدخل فيه ولا بتخرج فيه من الرئتين ، لما نعمل inspiration يعني رح نسحب هوا بالتالي رح يسحب القلم باتجاه الأعلى فبرسم المنحنى باتجاه الأعلى اما في حالة ال expiration رح تنزل القلم باتجاه الأسفل بالتالي رح تكون رسمة المنحنى باتجاه الأسفل (القلم مربوط في اشي زي البكرة وهي لما يقل الهوا رح تسحب القلم ولما يرجع ينزل بتنزلو)



المعلومات اللي بقدر اوخذها من الجهاز : lung volumes and capacities

ال maximum volume اللي ممكن يدخل للرئتين هو 6000 مل وطبعاً بختلف من شخص لاخر وبختلف من الذكر للانثى

Done by : Aysha Najajrah

Lung volumes :

احنا لما نعمل ال normal inspiration / expiration رح يدخل للرئتين ويطلع منها تقريباً 500 مل وهاي القيمة بسموها **Tidal volume** مع التدريب والرياضة وممكن انو الدخان واشياء ثانية كمان تقللها برضو بتختلف من شخص للثاني وبتختلف من الذكر للانثى ومن اللي عمرو صغير لحدا كبير بالعمر كمان اذا كان الشخص مريض بتختلف

لما نعمل deep inspiration بس بالقوة وانو منحتاج لجهد لحتى ندخل هاي الكمية من الهواء هاي الحالة تسمى **inspiratory reserve volume**(extra volume of air that can be inspired over and above the normal volume) ، يعني هاد عبارة عن volume بقدر ادخلو للرئتين بس بدنا نعمل جهد لحتى يدخل اللي بتكوت قيمتو تقريباً 3000 مل

لما نعمل deep expiration هاي اسمها **expiratory reserve volume(maximum extra volume of air that can be expired by forceful expiration)** ، تكون اقل من ال inspiratory reserve volume ، وهي برضو بتطلع بالقوة وتحتاج الى جهد ومنشغل عشانها عضلات حتى نعملها (internal costal + abdominal muscle) وتقريباً قيمتو تساوي 1100 مل

لما نطلع الهوا في الوضع الطبيعي او حتى لما نعمل deep expiration ما بتفضى الرئتينمن الهوا مية بالمية الا يضل فيها نسبة من الغازات هاد بسموه **Residual volume** وقيمتو تقريباً 1200 مل

p.s الجهاز بقدر يقرأ كل هاي الحجوم ما عدا ال residual volume

Lung capacities

لما نجمع ال tidal volume اللي هي كمية الهوا اللي منسحبو بالوضع الطبيعي مع ال inspiratory reverse volume اللي هو كمية الهوا الزيادة اللي منوخذها في ال deep inspiration بعطيني اشي اسمو ال **inspiratory capacity** وهي تقريباً قيمتها 3500 مل

Inspiratory capacity (IC) = VT + IRV (~ 3500 ml)

The maximum amount of gas that can be inspired after normal tidal expiration

ال **vital capacity** عبارة عن maximum in & maximum out without residual volume

Vital capacity= inspiratory capacity + expiratory reserve volume

Orrrrr: vital capacity = expiratory resrve volume + tidal volume +inspiratory reserve volume

لما في الوضع الطبيعي تسحب الهوا اللي هو تقريباً 500 مل وتطلعو بس زي ما صرنا عارفين انو الرئتين ما رح تفضى بالكامل من الهوا ، رح يضل فيها كمية من الهوا اللي بقدر اطلعو بالقوة اللي هو expiratory reserve volume وبضل كمان كمية من الهوا اللي بعمري ما بقدر اطلعو اللي هو ال residual volume هدول اسمهم ال **Functional residual capacity** اللي هو عبارة عن كمية الهوا اللي رح تضل بالرئتين بعد ال normal expiration اللي قيمتها تقريباً 2200-2300 مل

(FRC) = ERV + RV

Done by : Aysha Najajrah

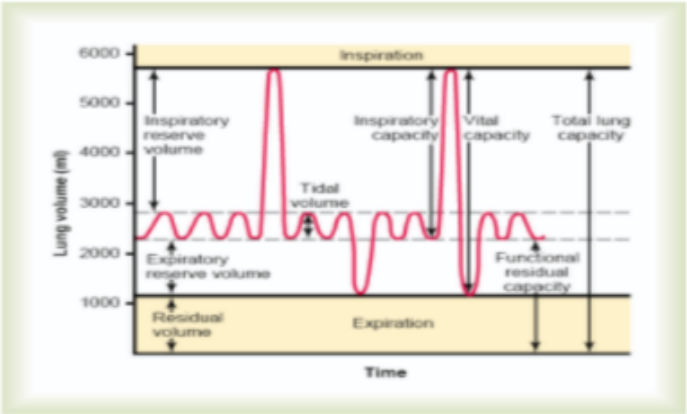
✨ هسا residual volume + expiratory reserve volume +tidal volume
inspiratory reserve volume+ هدول كلهم بسموهم **total lung capacity**

وهو يساوي كمان vital capacity + residual volume وتقريباً قيمتها تساوي 5800 مل

All pulmonary volumes and capacities are about 20 to 25 % less in women than in men. They are greater in large and athletic people than in small and asthenic people.

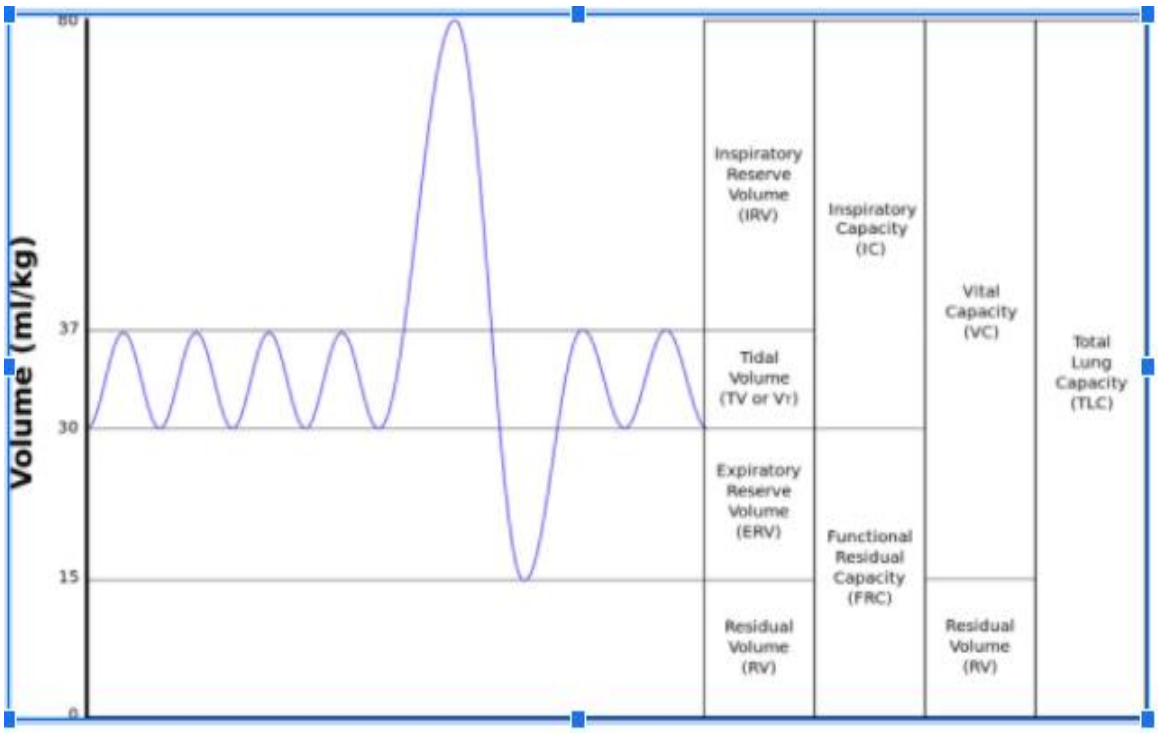
Lung volumes and capacities

Larger volumes	Smaller volumes
males	females
taller people	shorter people
non-smokers	heavy smokers
athletes	non-athletes



✨في عنا **Maximum Breathing Capacity (MBC)** هاي عبارة عن قراءة لمدة دقيقة واحدة ، رح ناخذ القراءات لشخص بسحب maximum in /maximum out لمدة دقيقة اول اشي بكون القيم عالية بعدها الشخص رح يتعب وبتبلش القيم تقل هاد لشخص طبيعي ، ولنفرض عملنا نفس الفحص لشخص ثاني عندو مثلاً asthma بس هاد الشخص بسرعة رح يتعب وتقل قيم القراءات عندو ، فلما يوخذو الزاوية لمنحنى الشخصين (كل ما زادت قيمة الزاوية بتدل على انو الشخص عندو صعوبة بالتنفس اكثر) بتكون الزاوية عند الشخص المصاب بال asthma اكبر

Done by : Aysha Najajrah



⚡ال residual volume هاد ما بقدر اطلعوا من الرئتين لهيك صعب انو يتم قياسو بالجهاز لهيك احنا ما منقدر نعرف قيمتها الا حسابياً ، اما باقي القراءات فالجهاز بقدر يقرأها

ال500 مل اللي رح تدخل مش كلها رح توصل الرئتين ويصير الها exchange في جزء منها رح يضل في الممرات تقريباً بضل فيهم 150 مل و 350 مل هم اللي رح يوصلو الرئتين ويصيرلهم exchange

⚡**Dead space: Volume that does not participate in gas exchange**

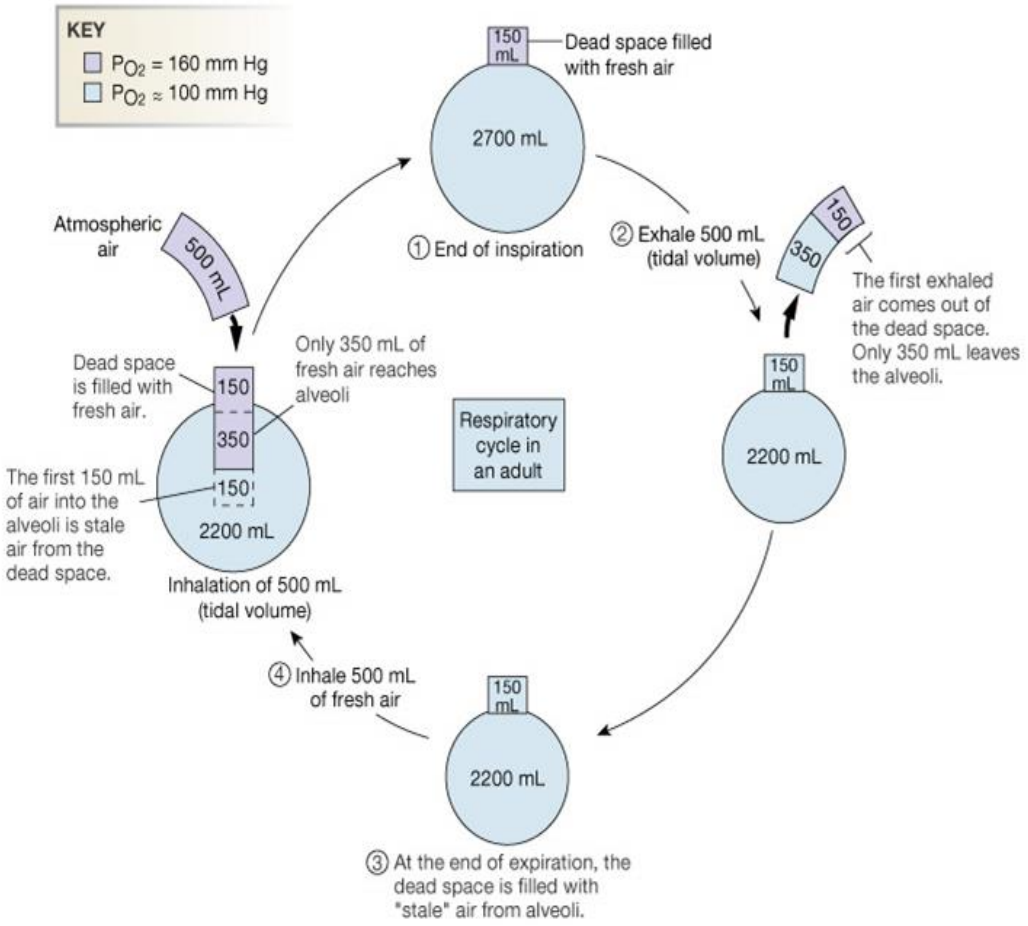
يعني هاد الجزء اللي رح يضل بالممرات الهوائية وفيه منو أنواع :

⬅ Anatomic dead space: هي منطقة موجودة في الجهاز التنفسي فيها هوا بس ما بشارك في عملية ال exchange تقريباً قيمتو 150 مل من ال tidal volume يعني بنسبة 30%

⬅ alveolar dead space : انو الهوا بيوصل الحويصلات الهوائية لكن ما بشارك في عملية ال exchange ، لانو الحويصلات الهوائية هاي ما بكون واصلها دم بالتالي ما بصير عندهم perfusion وهي تعتبر non functional alveoli وهي في الوضع الطبيعي قيمتها (كمية الهوا اللي فيها) قليلة لكن ممكن تزيد في الحالات المرضية

⬅ physiological dead space : هي عبارة عن مجموع ال Anatomic dead space و alveolar dead space

Done by : Aysha Najajrah



هسا حكينا انو رح يضل بالممرات الهوائية 150 مل من الهواء ، لما مرة ثانية اسحب هوا ويدخل 500 مل جديدة رح تدفع ال 150 مل القديمة اللي في الممرات وتدخلها للرئتين بالإضافة ل 350 مل اللي رح تدخل للرئتين وتعمل ال exchange ، ورح تضل 150 مل من الهوا اللي دخل جديد في الممرات الهوائية، لما نعمل الزفير رح تطلع ال 150 مل اللي دخلت مع الهوا الجديد وال 350 اللي عملت ال exchange

---

Minute Respiratory Volume: To determine the amount of air we inhale per minute

Minute Respiratory Volume = tidal volume (~500ml) **X** respiratory rate(n breath/min) (~12-20) =500 **X**12=6000ml/min =6 L/min

ال hypoventilation + hyperventilation رح يأثرو ع القيمة لان في ال hyper رح يزداد ال respiratory rate اما في ال hypo رح يقل

هسا هاي بتعطينا بشكل عام لانو ال500 مل اللي بتدخل ما بتم استخدامها بالكامل لهيك احنا منحتاج لطريقة حساب ادق من هاي

Done by : Aysha Najajrah

Alveolar ventilation: the amount of fresh air that reaches the alveoli .each minute

Alveolar ventilation= ventilation rate x (tidal volume - dead space)=12 x 350=4200ml/min

هان منطرح من ال500 مل الهوا اللي رح يضل في ال dead space اللي قيمتو تقريباً 150 مل

p.s 6 L/min of fresh air enters the respiratory system, only 4.2 L reaches the alveoli

Condition	Freq.	VT	Pulmonary Ventilation =Freq. x Vt	Alveolar Ventilation = Freq. x Vt--dead space
A	40	250ml	10 L/min	4 L/min
B	20	500ml	10 L/min	7 L/min
C	10	1000ml	10 L/min	8.5 L/min

A هو شخص عامل hyperventilation لانو بيوخذ النفس بشكل سريع بالتالي كمية الهوا اللي رح تدخل رح تكون قليلة

B شخص عامل ال normal ventilation

C شخص عامل hypoventilation هاد بكون يوخذ نفس عميق بالتالي كمية هواء اكبر

هسا هدول الأشخاص الثلاثة الهم نفس ال Pulmonary Ventilation بس ما بكون الهم نفس ال Alveolar Ventilation لان في حالة ال hypo رح يوصل كمية اكبر من الاكسجين للحويصلات الهوائية

اما في حالة ال hyper فمعظم الهوا اللي بدخل بروح لل dead space بالتالي بتصفي الكمية اللي رح توصل الرئتين كثير قليلة

TABLE 17-6 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

Done by : Aysha Najajrah

Maximum voluntary ventilation: which involves breathing as deeply and quickly as possible, may increase total pulmonary ventilation to as much as 170 L/min

p.s ال dead space بتزيد عند الأشخاص اللي عندهم امراض بالجهاز التنفسي زي مثلاً المصابين ب Asthma

---

File 4: Gas exchange in the lungs

بما انو المفروض صرنا فاهمين ال ventilation هسا الخطوة الثانية انو رح يصير exchange

المرحلة اللي بتيجي بعد ال ventilation هي ال diffusion هاي الغازات رح تنتقل من الرئتين وبالتحديد الحويصلات الهوائية الى الدم وبالعكس

حكينا انو الغاز اللي بدخل لجسمنا مش بس اكسجين كمان معو غازات ثانية

Air is a mixture of gases:

Constituent	Inhaled Air	Exhaled Air
Oxygen	20.9%	16%
Carbon dioxide	0.03%	4.0%
Water vapour	Variable	Variable but more than in inhaled air
Nitrogen	78.1%	78.1%
Noble gases	0.94%	0.94%

اكثر اشي موجود في الجو هو غاز النيتروجين وبرضو هو اكثر اشي بدخل على الرئتين بس حكينا من قبل انو زي ما بدخل زي ما بطلع لانو ما الو نواقل في الدم

الغاز اللي رح يطلع بكون فيه كمية اقل من الاكسجين اللي دخل وكمية اكبر من ال co2 اللي دخل وهاد دليل على انو صار exchange

---

Gas laws:

منعرف انو ال atmospheric p = 1 ATM= 760mmHg هاد مش لغاز واحد هاد لل mixture of gases بس كل غاز الو ضغط خاص فيه بسموه partial pressure

$$P_{ATM} \text{ (in dry air)} = P_{N2} + P_{O2} + P_{CO2} = 760 \text{ mmHg}$$

كل ما زادت نسبة الغاز في الجو كل ما كان ال partial pressure لالو اعلى

Done by : Aysha Najajrah

Pgas = PATM x % of gas in atmosphere

E.g: P_{O2} (in dry air) =

760 x 21% = 159 mm Hg

Pco2= 760 x 0.03=22.8 mmHg

The atmosphere is mostly oxygen and nitrogen, while alveoli contain more carbon dioxide and water vapor

ال partial p للاكسجين و co2 بختلف من مكان للثاني بالقيمة ، يعني بختلف من الجو لنسبتو داخل الحويصلات الهوائية ل نسبتو في الدم سواء في الشريان او الوريد

فهو لازم يكون فيه فرق في ال partial p حتى تنتقل الغازات حسب الفرق في الضغط

بسم الله الرحمن الرحيم

تفريغ المحاضرة 4 شعبة 6 :

حركة الغازات من الحويصلات الهوائية للدم (الاكسجين) ومن الد للحويصلات الهوائية (CO2) ولان الغازات حجمها صغير بتنتقل عن طريق ال diffusion(From alveoli to pulmonary capillary) يعني ما بتحتاج ناقل ولا اشي

Basic Properties of Gases:

الغازات لما بدنا ننقلها رح نعتمد على عدة عوامل اللي منها :

⚡ solubility in particular solvent : ال exchange رح يصير لغاز الاكسجين و غاز ال CO2 اللي جسمنا بنتجو من التفاعلات بكميات كبيرة ، ال solubility للاكسجين very poor جداً سيئة تقريباً 2% (كل ما زادت ال solubility بتصير ال diffusion والحركة اسهل وبالتالي ال exchange احسن)

اما ال solubility لل CO2 احسن اللي هي تقريباً بنسبة 30%

فرضاً صار edema وتجمعت طبقة من الماء هاي رح تعيق حركة ال diffusion للغازات بس اللي رح يتأثر اكثر منها هو الاكسجين

النيتروجين insoluble in plasma

⚡ Partial Pressure of that gas: كل ما كان ال partial pressure gradient اكثر كل ما حركة الغاز كانت اكثر

ال partial pressure من منطقة للثانية بتختلف ، بتكون للاكسجين اعلى من CO2 في الجو المحيط ، كمان في الرئتين بكون ال paretial pressure للاكسجين اعلى من ال CO2 عشان هيك بصر ال exchange وبطلع الاكسجين من low → high- ، اما في ال venous blood بكون ال partial pressure لل CO2 اعلى من الاكسجين

⚡Temperature (more gas can dissolve in cold water)

Factors influencing the movement of oxygen and carbon dioxide across the respiratory membrane

✨Partial pressure gradients and gas solubility

كل ما زاد ال Partial pressure gradients للغاز كل ما كان ال diffusion لالو احسن

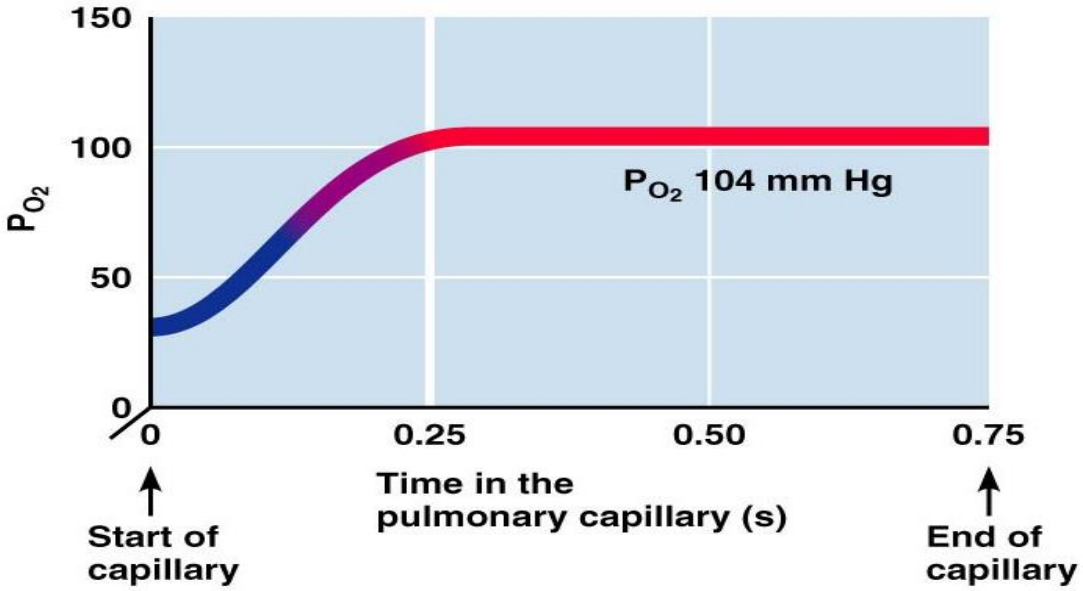
كمان كل ما زادت ال solubility للغاز كل ما كان ال diffusion + transport احسن بس الذائبية للاكسجين سيئة مع هيك بنتقل لانو عندو Partial pressure gradient بين الرئتين والدم كثير عالية

ال partial pressure للاكسجين في ال ATM =159mmHg اما ال partial pressure لالو داخل الرئتين يساوي 104mmHg ، بالتالي حسب فرق الضغط رح ينتقل الاكسجين من الخارج الى الرئتين

اما ال partial pressure لالو في ال venous blood = 40mmHg الي هو نفس القيمة بتكون في ال pulmonary artery فهو اقل من الموجود في الرئتين(الحويصلات الهوائية) لهيك الاكسجين رح ينتقل من الرئتين وبالتحديد الحويصلات الهوائية ل pulmonary artery وبستمر انتقال الاكسجين للدم لحد ما يوصل ال partial pressure في الدم ل 104mmHg

Done by : Aysha Najajrah

في اول ال capillary بكون ال partial pressure للاكسجين قيمته 40mmHg وبسبب انتقالو من الرئتين للدم فرح بيلش يزيد لحد ما يوصل ل 104mmHg و بيوصل لهاد الضغط خلال 0.25 ثانية والسبب في هاي السرعة هو ال pressure gradient الكبير



اما بالنسبة الى CO2 اكيد رح يكون فيه pressure gradient ، ال partial pressure لل CO2 في الرئتين يساوي 40mmHg ، اما في ال venous blood (deoxygenated blood) بتكون قيمتها 45mmHg ، بالتالي رح ينتقل ال CO2 من الضغط العالي الى المنخفض يعني من الدم للرئتين

هسا صحيح ال pressure gradient لالو مش كثير كبير زي الاكسجين لكن ال solubility لالو كثير اعلى من الاكسجين It is 20 times more soluble in plasma than oxygen ، لهيك هو برضو بعتمد عليها في انتقالو

✨Matching of alveolar ventilation and pulmonary blood perfusion(Ventilation-Perfusion Coupling)

ال ventilation حركة الغازات انو منقدر ندخلها للجسم ونطلعها ، اما ال perfusion هي حركة الدم انو لما نعمل perfusion لمنطقة معناها انو احنا منجيبلها blood supply

Ventilation – the amount of gas reaching the alveoli

Perfusion – the blood flow reaching the alveoli

ال alveolar ventilation كثير مرتبطة بال perfusion ، لانو اذا كانت الحويصلات الهوائية مليانة غاز هايب تحتاج انو نجيبلها perfusion عالي ، اما في حالة كانت الحويصلات الهوائية مش واصلها كثير غاز بالتالي ما بلزم نعمللها perfusion كثير

اللي بتحكم في ال perfusion هو كمية الغاز اللي رح تعبي الحويصلات الهوائية (ventilation) يعني هاي الغازات نفسها رح تعمل local mechanism ، يعني ما دخل الدماغ ولا ال receptors ولا اشي رح يتدخل بالموضوع ، رح يكون locally

مقياس انو ال ventilation منيحة هو انو نسبة الاكسجين في الحويصلات عالي ونسبة ال CO2 قليلة

Done by : Aysha Najajrah

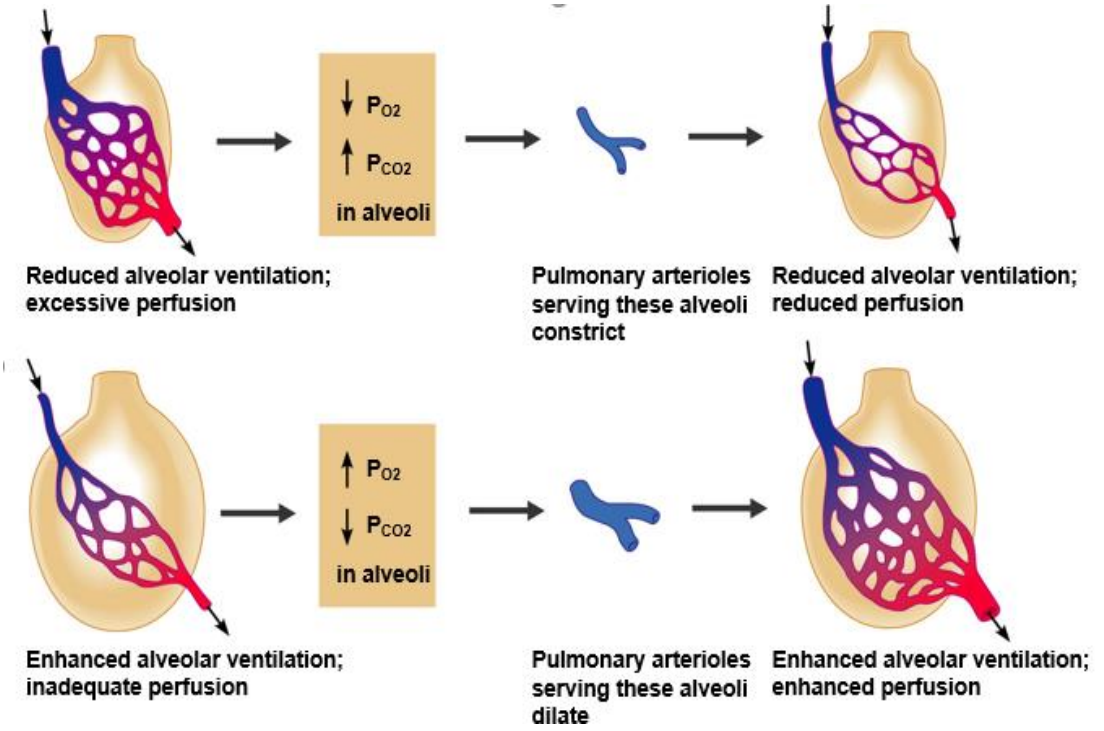
اما في حالة كان الاكسجين قليل وال CO2 نسبته عالية هاي بتكون poor ventilation هان ما بتحتاج لانو يوصلها دم ويصير perfusion

هان احنا منحكي على تراكيزهم في الحويصلات الهوائية مش الدم

⚡لما تكون alveoli عندها poor ventilation لكن عندها excessive perfusion هسا هاي رح يكون فيها نسبة قليلة من الاكسجين ونسبة عالية من ال CO2 بالتالي هم رح يشتغلو locally ويأثرو على ال pulmonary arterioles اللي جاي اللي رح تعمل تضييق لالو (vasoconstriction) بالتالي هيك بصفي عنا ventilation ضعيفة وكمان perfusion خفيف يعني هيك صار Reduced alveolar ventilation

reduced perfusion

⚡اما لما تكون فيه alveoli عندها ventilation منيح هان رح يصير vasodilation لل pulmonary arterioles بالتالي رح يوصل دم اكثر بالتالي رح يتحسن ال perfusion



هسا في حالة انو زادت نسبة ال CO2 في الدم وقلت نسبة الاكسجين ، في هاي الحالة اللي رح تحس في هاد التغيير هي ال chemoreceptors وتبعت إشارة للدماغ اللي رح يبعت neural effect اللي رح يأثر على cardiovascular centers اللي رح تعمل hyperventilation

p.s في حالة زيادة ال CO2 في الدم رح يحفز ال bronchodilation اما في حالة نقصان الاكسجين رح يصير constricts pulmonary arterioles

✨Structural characteristics of the respiratory membrane

هو عامل كثير مهم بأثر على انتقال الغازات واي خلل فيه رح يأثر على انتقالها

الاشي المنيح في الحويصلات الهوائية هو انو غشائها رقيق تقيباً 1-0.5 مايكرو متر ، بالتالي الغازات ما رح تقطع مسافات طويلة حتى تعمل exchange ، هسا صحيح انو غشائها كثير رقيق بس ال total surface area كثير كبير اللي تقريباً يساوي 60 متر مربع لانو عدد الحويصلات الهوائية كثير كبير

Done by : Aysha Najajrah

Gas transport between alveoli and pulmonary capillary has to pass through the following tissue:

هسا الغازات موجودة في ال alveoli في عندها طبقة اسمها Fluid and surfactant layer وهاي كثير صغيرة وما رح تأثر يعني ، بعدها في طبقة ال Alveolar epithelium بعدها رح تمر ب fused basement membrane اللي هو عبارة عن Epithelial-basement membrane + Capillary بعدها اخر اشي طبقة Capillary endothelium وهيك بتوصل الغازات للدم بسهولة basement membrane

هاي المعادلة بتوضح العلاقة بين عوامل كثير و ال diffusion rate

DR O2= **(PO2(Alv.)-PO2 (pul.Cap.)) X Solubility X Surface Area**

Distance(Alv.to capillary) X √MW

DR O2= ΔPO2 X S X SA

Distance X √MW

ال diffusion rate يتناسب :

طردياً مع الفرق في الضغط

طردياً مع ال solubility (مش كثير منعتمد عليها)

طردياً مع ال surface area

عكسياً مع ال molecular weight انو كل ما كان الوزن اقل رح يكون ال diffusion احسن

عكسياً مع ال distance وهاي ثابتة ما بتتغير قيمتها 0.5-1 مايكرومتر ممكن تزيد في حالة ال edema

Factors affecting diffusion rate of O_2 & CO_2

1. Blood supply to the lungs
2. Gradient pressure of the gases

$\Delta P_{O2} = P_{O2(Alv)} - P_{O2(Pul.Cap.)}$

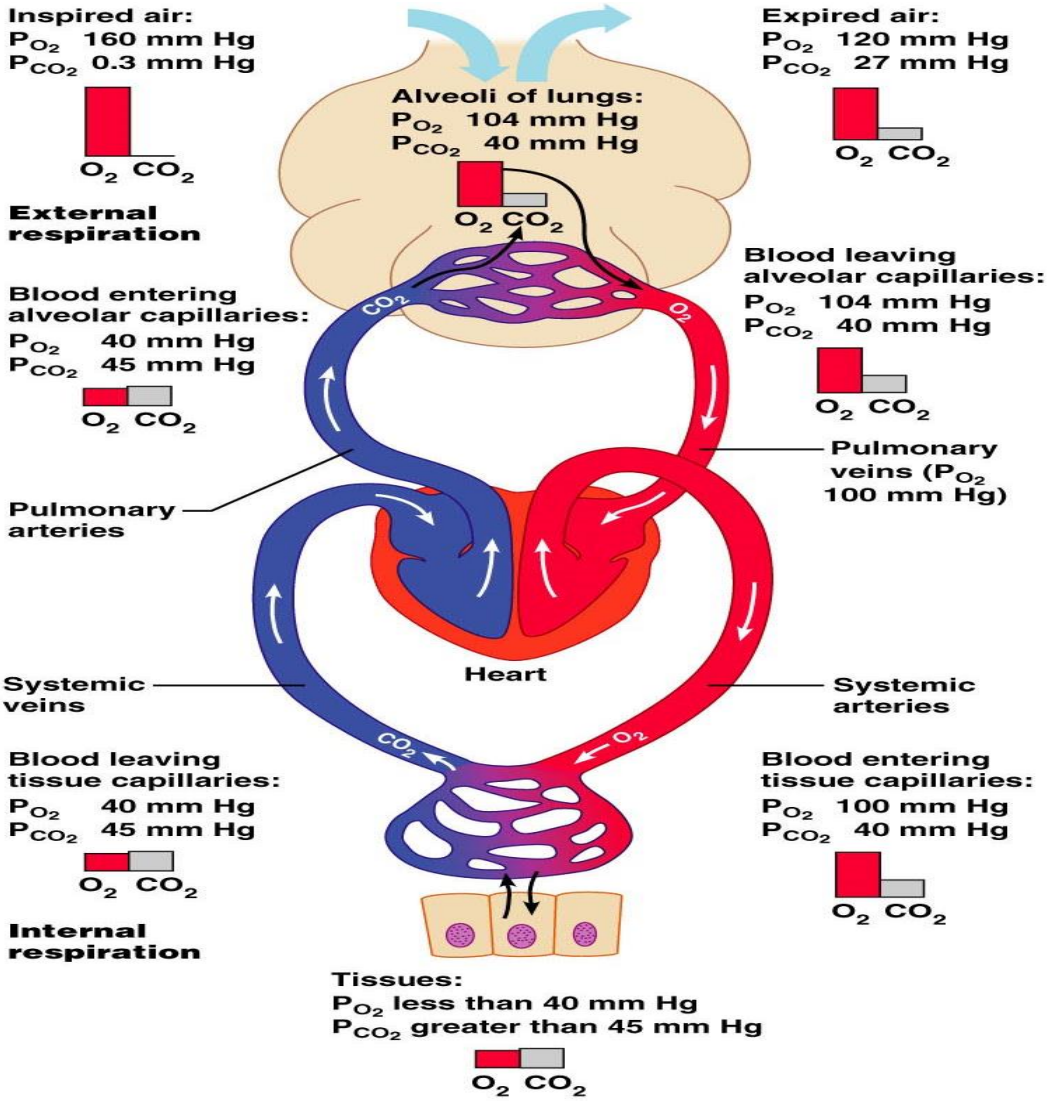
$104-40 = +64\ mmHg$

$\Delta P_{CO2} = P_{CO2(Alv)} - P_{CO2(Pul.Cap.)}$

$40-45 = -5\ mmHg$

3. Solubility of the Gas ($CO_2 \geq 20$ folds of O_2)
4. Surface Area (depend on the number of functional alveoli)
5. Distance between Alv. and blood capillary
6. Molecular weight of the gas

Done by : Aysha Najajrah



⚡الاكسجين اعلى قيمة لل partial pressure لالو في الخارج ATM اللي هو تقريباً 160mmHg ، اما ال partial pressure ل CO2 كثير قليل في ال ATM اللي هي تقريباً 0.3mmHg ، وبما انو الاكسجين في الخارج عالي كثير وال CO2 قليل وهاد اللي بساعد الاكسجين انو يدخل للرئتين ويطلع من الرئتين CO2

⚡في الرئتين ال partial pressure للاكسجين اقل من الخارج بكثير وهو تقريباً 104mmHg وللـ CO2 تقريباً 40

⚡في ال pulmonary artery بكون ضغط ال CO2 عالي تقريباً يساوي 45 والاكسجين بكون ضغطو كثير اقل تقريباً 40

فلما يوصل الدم لعند الحويصلات الهوائية ويصير ال exchange رح تنتقل الغازات من الضغط العالي الى الأقل بالتالي رح ينتقل الاكسجين من الحويصلات الهوائية للدم ورح ينتقل CO2 من الدم للحويصلات الهوائية

الدم المشبع بالاكسجين اللي رح يطلع من الرئتين ويروح للقلب عن طريق ال pulmonary vein رح تكون فيه ال partial pressure = 104 اما نسبة CO2 فيه كثير بتكون قليلة ، هاد الدم رح يروح لل systemic arterioles لحد ما يوصل ال tissues اللي رح تستهلك الاكسجين لانتاج الطاقة وتنتج CO2 لهيك دايماً بكون عندها ال CO2 بنسبة اعلى وكل ما كانت الخلية active اكثر كل ما كانت نسبة ال CO2 عندها اعلى

Done by : Aysha Najajrah

والاكسجين اقل وبشكل عام بكون الاكسجين اقل وال CO2 اعلى وال partial pressure للاكسجين اقل من 40 وللCO2 اكثر من 45

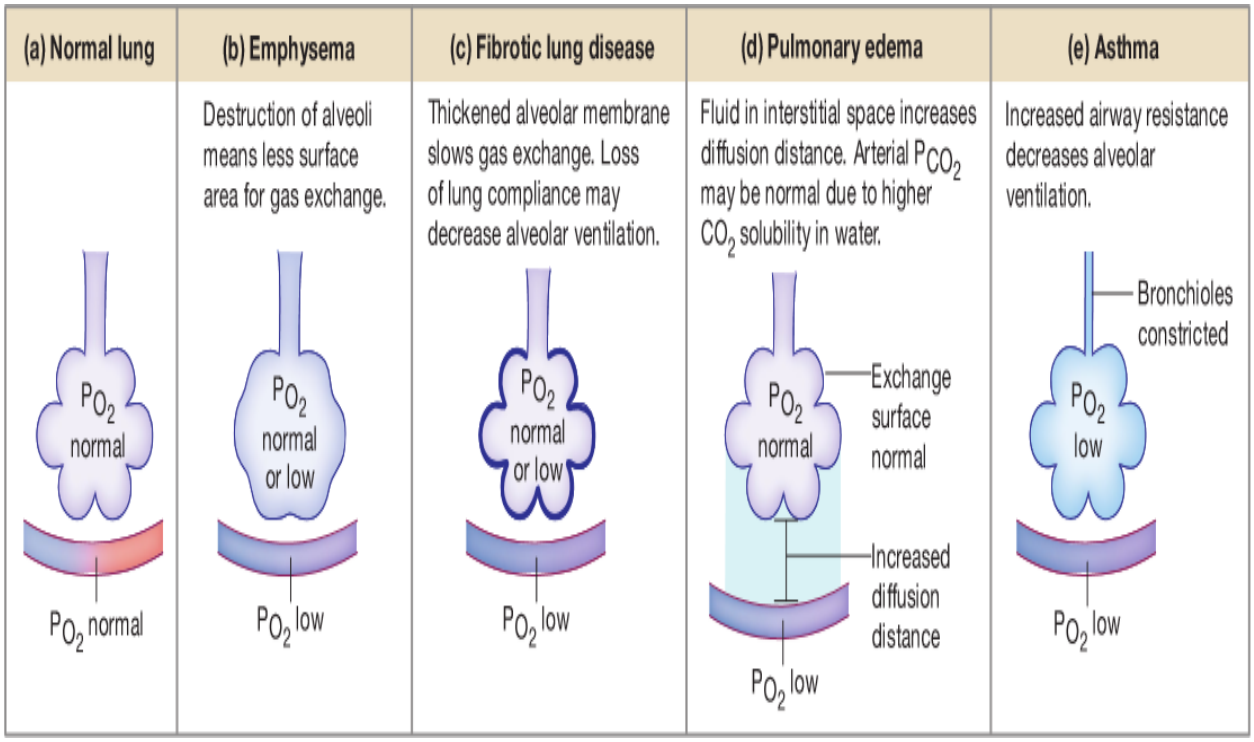
وبعد ما يصير ال exchange الدم اللي رح يطلع بكون نسبة الاكسجين فيه قليلة وضغطو تقريباً 40 ونسبة ال CO2 عالية وضغطو تقريباً 45 وهاد اللي بكون في ال venous blood

---

مرات بصير امراض اللي رح تأثر على هاد ال exchange مثل : emphysema لما تتأكل الحويصلات الهوائية

Fibrotic lung لما ال fibrous tissue تحيط بالحويصلات الهوائية

Pulmonary edema او Asthma هاي الامراض رح تأثر على ال gas exchange



اذا صار emphysema or fibrotic lung disease هاي رح تأثر على alveolar compliance ، في حالة ال emphysema رح يصير high compliance يعني بس شوية pressure رح ينفخها وهاد رح يأثر على الزفير ويكون صعب

اما في حالة ال fibrotic lung disease رح يصير low compliance بالتالي هي بتحتاج لضغط عالي حتى تنتفخ

في حالة ال emphysema رح تتآكل الحويصلة الهوائية وتصبح هشة وبالتالي هاد رح يقلل ال surface area لالها وبالتالي رح يقل ال diffusion rate (العلاقة عكسية بينهم)

في حالة ال pulmonary edema صار طبقة من الماء هاي رح تزيد ال distance وهاد رح يقلل ال diffusion rate ،وهي كثير بتأثر على الاكسجين اكثر من ال CO2 بسبب ال solubility ، يعني الغازين رت يتأثرو لكن الاكسجين بتأثر اكثر

اما في حالة ال asthma ما بكون في مشكلة في الحويصلات الهوائية ، المشكلة بتكون انو ال air ways بكون فيهم (broncho constricted) اللي رح تزيد ال resistanceاللي رح تقلل ال ventilation

Done by : Aysha Najajrah

File 5: Transport of gases in blood

الاكسجين لما وصل الدم واحنا عارفين انو ال solubility لالو كثير سيئة في الدم ، بالتالي عشان ننقلو رح نعتمد على بروتين الهيموغلوبين اللي موجود داخل RBC'S (موجود داخل الخلية الواحد ملايين من بروتين الهيموغلوبين) كل بروتين هيموغلوبين بحمل 4 اكسجين

اذا 2% من الاكسجين بذوب في الدم و 98% منو بنتقل عن طريق الهيموغلوبين

Pulmonary circulation :

اول ميزة لالها هي low pressure system يعني الدم اللي بيوصلها وبلف فيها بكون عندو low pressure اللي تقريباً بكون 25/8 mmHg السبب هو ال right ventricle انو الدم هاد بطلع منو وهو الجدران لالو مش سميكة زي ال left ventricle بالتالي ما رح يضخ دم بضغط عالي زي ما بعمل ال left ventricle

صحيح ال pressure قليل لكن عندو high blood flow طب كيف هيك واحنا عارفين انو ال blood flow يتناسب طردياً مع ال pressure وعكسياً مع ال resistance ؟

منرفع ال flow وهو ال pressure قليل عن طريق انو نقلل ال resistance وقوانين الفيزياء بتحكيلنا انو كل ما زاد طول ال vessel رح تزيد ال resistance بس احنا بهاي الحالة في ال Pulmonary circulation عنا short total length وعنا large total sectional area بالتالي اقل resistance بالتالي اعلى flow

Low resistance + high blood flow ظروف ممتازة لل gas exchange

Gas transport in the blood : Oxygen

اول ما يدخل الاكسجين للدم عندو خيارين : الأول انو يذوب في البلازما وهاد بكون بنسبة 2% ، الثاني انو يرتبط ببروتين الهيموغلوبين هاي بسموها **loading reaction** اللي بتصير داخل ال RBC'S وهي بنسبة 98% الهيموغلوبين بصير **oxyhemoglobin**

ارتباط الاكسجين بالهيموغلوبين يكون reversible ، اول ما يرتبط الاكسجين بالهيموغلوبين بتكون ال affinity لالو كثير عالية بس اول ما يوصل عند ال tissues بتصير ال affinity للاكسجين كثير قليلة وبتركها الهيموغلوبين

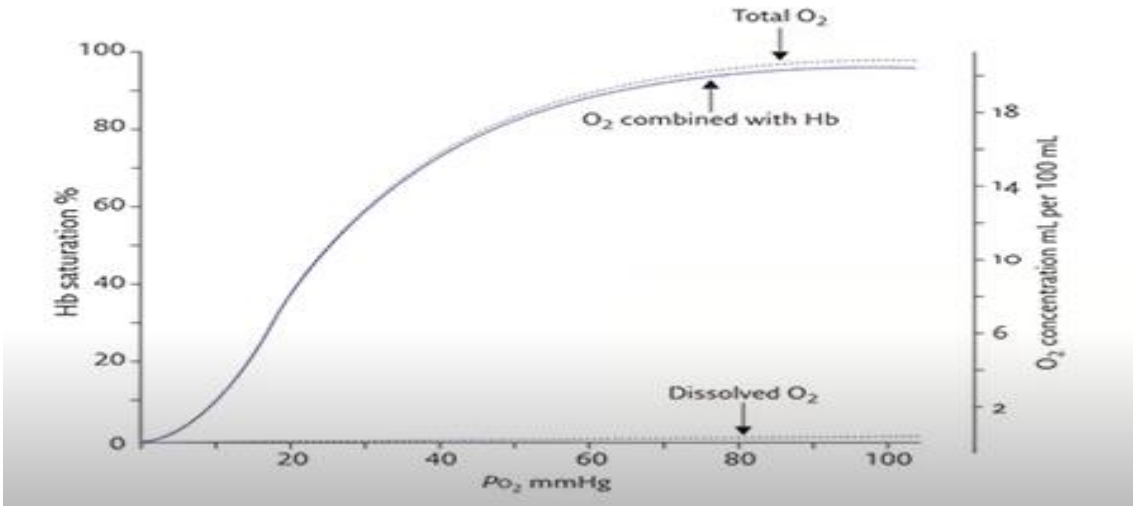
دايما فيه بالدم اكسجين حتى في الدم ال deoxygenated عشان هيك بسموه blood holds O2 reserve

⚡ A single RBC contains about 250 million hemoglobin molecules

✨ في كل 100 مل من الدم يوجد 15 غرام من الهيموغلوبين

✨ fully oxygenated blood اللي بكون طالع من الرئتين كل 100 مل منو بحتوي على 20 مل من الاكسجين

Done by : Aysha Najajrah



يوجد علاقة بين ارتباط الهيموغلوبين بالاكسجين مع ال partial pressure

ال partial pressure رح تأثر على ال affinity الهميوغلوبين للاكسجين

⚡HB saturation هاي ال affinity بين الهيموغلوبين والاكسجين

ال partial pressure للاكسجين في الرئتين يساوي 104 اما في الانسجة بكون 40

◀️لما ال partial pressure للاكسجين يساوي 100 هان بكون التشبع تقريباً 98% (في الرئتين)هاي القيمة هي ال maximum يعني حتى لو زاد ال partial pressure لمثلاً 120 ما رح تزيد نسبة التشبع عن 98%

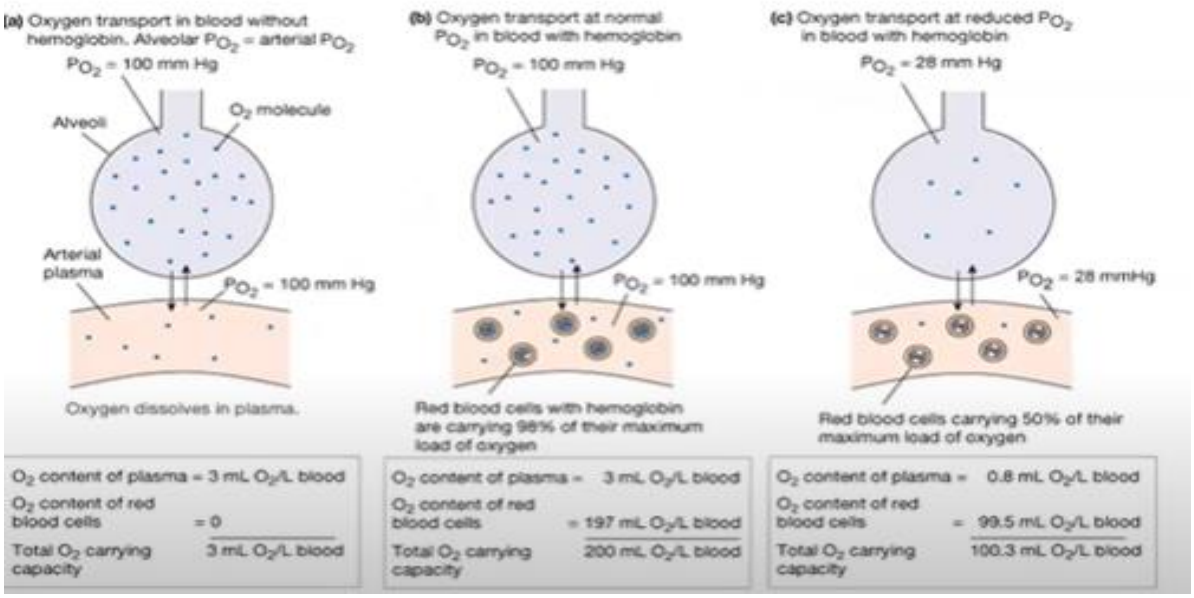
◀️اما في حالة كان ال partial pressure يساوي 40 بكون التشبع تقريباً 25% (في الانسجة)

✨في حالة صار خلل في الرئتين وال partial pressure للاكسجين نزل مثلاً ل 90 او ل80 ما رح يتأثر ال HB saturation ورح تضل نسبة التشبع بالاكسجين تقريباً 98% ، الخطر بصير لما تبلش تنزل وتصير اقل من 60 في هاي لحالة رح تبعت إشارة لل chemoreceptors انو قل ال partial pressure للاكسجين عن 60 اللي رح توصل للدماغ وبصير الواحد يعمل hyper ventilation

بالتالي عشان يرتبط الاكسجين بالهيموغلوبين في الرئتين بدنا يكون ال partial pressure عالي

Done by : Aysha Najajrah

Gas Transport in the Blood: Oxygen



✨B هي الحالة الطبيعية لما يكون ال ventilation + partial pressure منيح ويوجد هيموغلوبين في الدم ، في هاي الحالة ال partial pressure للاكسجين يساوي 100 وبالتالي رح تكون نسبة التشبع 98% بالتالي ال O2 content of plasma رح يكون 3 مل منها جاي بعتمد بس على ال solubility و O2 content of of RBC'S تكون مشبعة تقريباً فيها 200 مل من الاكسجين

✨A ال ventilation + partial pressure منيح بس المشكلة في الدم انو ما في هيموغلوبين بالعدد الطبيعي ، هاي بس رح تعتمد على ال 3 مل اللي رح يذوبو في البلازما لان ما في هيموغلوبين

✨C ال ventilation مش منيحة بس الهيموغلوبين بالدم موجود في عدده الطبيعي ، ال partial pressure في هاي الحالة 28 ، حسب الرسمة فانو الهيموغلوبين رح يتشبع بنسبة 50% تقريباً اللي هي تساوي 100 مل من الاكسجين/لتر من الدم

Done by : Aysha Najajrah

بسم الله الرحمن الرحيم

تفريغ المحاضرة 5 شعبة 6 :

*مراجعة للمحاضرة اللي قبل

✨Haemoglobin : هو عبارة عن بروتين

Globin لانو ماخذ globular structure

الهيمو غلوبين عبارة عن 4 subunits (polypeptide chains (2 alpha chains &2 beta chains)) كل subunit منهم تحتوي على heme group اللي بتحتوي على الحديد ، هاد الحديد رح يرتبط بالاكسجين ، معناها هيك كل جزيء واحد من الهيموغلوبين رح يرتبط ب 4 جزيئات اكسجين

لما تكون الهيموغلوبين حاملة للاربع جزيئات اكسجين منسميها بهاي الحالة : **Saturated hemoglobin**

اما لما تكون الهيموغلوبين حاملة اقل من اربع جزيئات اكسجين يعني جزيء واحد او اثنين او ثلاثة تسمى في هاي الحالة : **Partially saturated hemoglobin**

⚡اللي بيعطي اللون الأزرق لل deoxygenated blood هو deoxyhemoglobin ، يعني الاكسجين لما ما يكون رابط بالهيموغلوبين بكون اسمو deoxyhemoglobin

حكينا ارتباط الاكسجين مع الهيموغلوبين هو reversible سواء كان saturated or unsaturated

منشوف في ال dissociation curve مرة بكون shift to the right ومرة shift to the left سببو هو التغير في ال affinity تاعت الهيموغلوبين ، مرة بتكون كثير عالية وهاي منشوفها اول ما يدخل الاكسجين على الدم (في الرئتين) ومرة بتكون كثير قليلة في حالة لما توصل عند الانسجة لازم الهيموغلوبين تفلت الاكسجين عشان تدخل للخلية وتعمل الخلية تفاعلها الشهير لانتاج الطاقة

✨طب كيف بتتغير ال affinity تاعت الهيموغلوبين تجاه الاكسجين ؟

زيادة ال affinity للهيموغلوبين تجاه الاكسجين سببها هو ال conformational changes or a change in the structure للهيموغلوبين اللي بتحفز انو يتحول من stable الى unstable ويترك الاكسجين ورح يصير عندو برضو conformational changes اللي رح تحفز انو الاكسجين يرتبط بالهيموغلوبين

ال environment هي اللي بتفهم الهيموغلوبين ايمتى ترتبط بالاكسجين (في الرئتين) وايمتى تفلتو (لما توصل الانسجة) ، ال environment of blood عند الرئتين بتختلف عن اللي عند الانسجة اللي بختلف هو ال PH /تراكيز ال CO2 / تراكيز الاكسجين/ درجة الحرارة ، كل هاي الأشياء هي اللي رح تغير بشكل الهيموغلوبين اللي اما رح تناسب الاكسجين بالتالي رح يرتبط فيها ، او ما رح تناسبو بالتالي رح يفك عنها

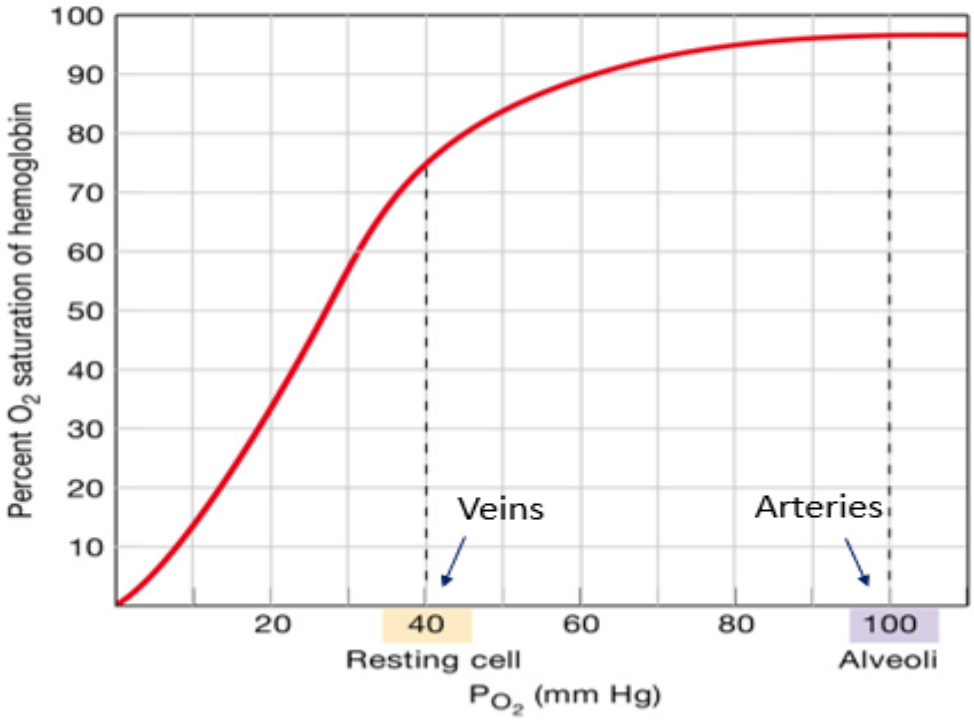
مثلاً لما تكون active tissue معناها رح تكون نسبة الاكسجين قليلة ونسبة ال CO2 عالية كمان ال PH عندها قليلة كمان درجة الحرارة عندها بتكون نسبياً اعلى ، هاي التغييرات بتعمل تغيير في ال dissuasion curve تاع الهيموغلوبين وبتعمللو shift to the right بتقل ال affinity وبصير الهيموغلوبين بدو يفلت الاكسجين

Done by : Aysha Najajrah

اما في الرئتين بتكون وضع مختلف ، نسبة الاكسجين بكون فيها اعلى مش زي عند الانسجة ، كلشي تقريباً عندها بكون عكس ما عند الانسجة بالتالي رح تأثر ع المنحنى وتعمللو إزاحة لليسار وبهاي الحالة بتكون ال affinity عالية والهيموغلوبين تميل للارتباط بالاكسجين

Oxygen dissociation curve

Haemoglobin saturation plotted against PO_2



احنا منعرف انو في ال alveoli (lungs) + في ال arteries بكون ال partial pressure بحدود ال 100 وتكون نسبة التشبع بالاكسجين عندها 98%

اما في ال veins + resting cells (tissues) بكون عندها ال partial pressure يساوي 40 ونسبة التشبع تقريباً 75%

هاد المنحنى ممكن يصيرله shift to the right or shift to the left

⚡لما يصير shift to the left ، في هاي الحالة بوجود partial pressure قليل (تراكيز قليلة من الاكسجين) رح يتشبع الدم بالاكسجين بسرعة في هاي الحالة بتكون ال affinity تاعت الهيموغلوبين للاكسجين عالية

⚡اما في حالة shift to the right معناها منحتاج ل partial pressure عالي حتى يتشبع الدم بالاكسجين(تراكيز عالية من الاكسجين) في هاي الحالة بتكون ال affinity تاعت الهيمةغلوبين للاكسجين قليلة

✨من هاد المنحنى منقدر نفهم انو : لما يكون ال partial pressure للاكسجين يكون قليل منلاحظ انو بتكون ال affinity تاعت الهيموغلوبين تجاه الاكسجين كثير قليلة بالتالي بكون فيه صعوبة لارتباط الاكسجين بالهيموغلوبين

Done by : Aysha Najajrah

✨اما لما يكون ال partial pressure للاكسجين عالي ، بتكون ال affinity تاعت الهيموغلوبين تجاه الاكسجين عالية بالتالي سهل انو يرتبط الاكسجين بالهيموغلوبين ومنلاقي عند الحويصلات الهوائية ال patial pressure تقريباً يساوي 100 وبتكون نسبة التشبع 98%

✨في حالة ال tissues بعتمد اذا كانت active او لا ، في حالة ال resting cells بكون ال partial pressure تقريباً يساوي 40 ، اما في حالة ال active (working) cells هي بتستهلك اكسجين اكثر فبالتالي بكون عندها ال partial pressure دايماً اقل اللي هي تقريباً بكون 20 ، بالتالي ال منطقة اللي حول ال tissues رح يكون عندها ال partial pressure قليل بالتالي ال affinity تاعت الهيموغلوبين تجاه الاكسجين رح يكون قليل لهيك الهموغلوبين لما يوصل منطقة ال tissues بفلت الاكسجين

في حالة ال active cell بكون ال partial pressure تقريباً يساوي 20 ونسبة التشبع30 %

اما في حالة ال resting cell بكون ال partial pressure تقريباً يساوي 40 ونسبة التشبع 75%

🔥 عنا مصطلح ال hyperemia هان ال tissue هي بالاصل بتكون active (بتكون نسبة ال CO2 عالية) وبتفرز locally لحتى تزيد ال blood flow ولما يزيد مهو رح يزيد الهيموغلوبين بكون التشبع لالو 30% وبصير يفلت الاكسجين ، وهاد الاكسجين بعدها رح يدخل لهاي الخلايا حتى تعمل تفاعلها وتنتج الطاقة

Loading and unloading rxn depend on the affinity of hemogloblin for O2

Right shift (greater unloading)

Indicates that the hemoglobin has a decreased affinity for oxygen. This makes it more difficult for hemoglobin to bind to oxygen (reduce loading in lung), but it makes it easier to release oxygen bound to it (increase unloading)

Left shift (more O2 loading)

Indicates that the hemoglobin has an increased affinity for oxygen so that

العوامل اللي رح تأثر على المنحنى وتعمللو إزاحة اما لليمين او لليسار :

في عنا مثلاً active tissue اللي بتنتج طاقة عن طريق استهلاكها للاكسجين مع الغلوكوز لحتى تعطينا ATP + CO2

وزيادة ال CO2 هاي إشارة على انو هاي الخلية هي active ، وزيادة تراكيز ال CO2 تعني انو ال partial pressure لالو برضو رح يزيد ، هسا هو بالوضع الطبيعي ال partial pressure لالو يساوي 40 بس اذا كانت الخلية كثير active ممكن يوصل ل 80 وممكن اذا قل يوصل ل 20

⚡زيادة تراكيز ال CO2 تعني زيادة ال partial pressure لل CO2 بالتالي رح بعمل shift the curve to the right ، اما اذا قل ال CO2 تعني انو رح يصير shift to the left

⚡غير عن هيك ، الخلية لما تكون كثير active معناها رح تعمل كثير metabolism ورح تنتج lactic acid كثير بالتالي رح تزيد انتاج بروتون +H بالتالي رح تقل ال PH وبتصير more acidic (الطبيعي تكون 7.4 لما تقل بتصير 7.2) فلما تقل ال PH رح تعمل shift to the right

⚡لما ال CO2 يكون موجود بنسب عالية رح يتفاعل مع الماء حسب التفاعل الآتي :

CO2+H2O -→ H2CO3- → H+ +HCO3- هاد التفاعل reversible و اتجاهو يعتمد على التراكيز ، في حالة كان تراكيز المواد المتفاعلة اكثر بالتالي رح يمشي باتجاه الامامي (باتجاه انتاج بروتونات)

Done by : Aysha Najajrah

🔥يعني احنا عنا active tissue رح تنتج CO2 كثير هاد ال CO2 رح يعمل تفاعل مع الماء من خلالو رح ينتج بروتونات +H اللي رح تقلل ال PH

✨زيادة +H & نقصان قيمة ال PH & زيادة نسبة ال CO2 رح تعمل shift to the right

✨ نقصان +H & زيادة قيمة ال PH & نقصان نسبة ال CO2 رح تعمل shift to the left

⚡لما الخلية تكون active حكينا انها رح تنتج طاقة ، ممكن هاي الطاقة تتحول لطاقة حرارية وبالتالي رح تزيد ال temperature بالتالي رح يصير بهاي الحالة shift to the right والعكس صحيح ف حالة كانت الخلية مش active رح تكون عندها ال temperature اقل من الطبيعي وهاد رح يعمل shift to the left

⬅️ **Bohr effect**: بحكيلنا كيف ال affinity بين الاكسجين والهيموغلوبين بتقل بسبب نقصان ال PH اللي بتكون قلت بسبب زيادة بروتون +H او زيادة نسبة ال CO2

لما تزيد ال CO2 وتزيد ال +H بسبب زيادة ال CO2 هاي رح تقلل ال affinity بين الاكسجين والهيموغلوبين هاد التأثير انو ال +H& CO2 اثرو على ال affinity هاد هو bohr effect

⚡ عنا عامل اخر بأثر على المنحنى هو مركب اسمو **2, 3 DPG (diphosphoglyceric acid)** هاد المركب بنتج من عمليات ال metabolism ، ولما الخلية تكون active رح يزيد انتاجها لهاد المركب وزيادتو رح تعمل للمنحنى shift to the right

التراكيز العالية لهاد المركب رح تقلل ال affinity للاكسجين والهيموغلوبين وهي الخلية بالاصل active وبتحتاج اكسجين ، بتصير الهيموغلوبين تفلت الاكسجين وهاد الاكسجين رح يدخل للخلايا لحتى تكمل عملها وتفاعلاتها

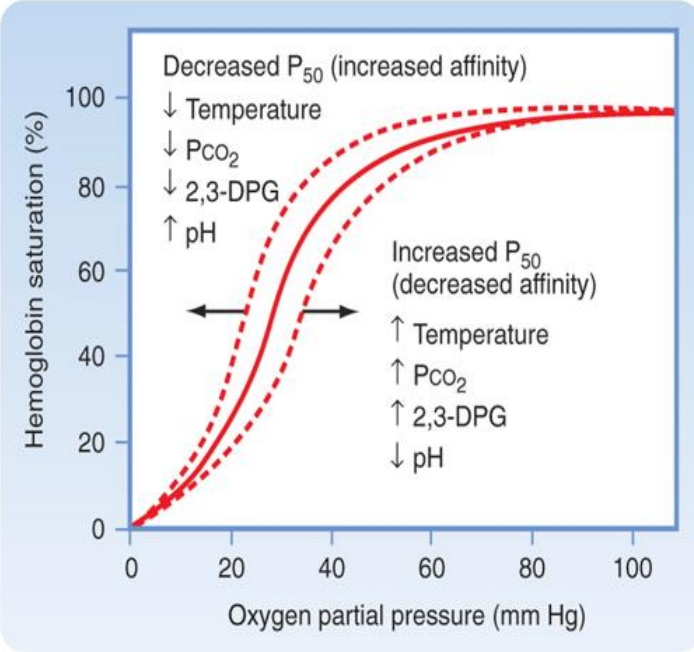
في عنا حالات بزيد فيها انتاج هاد المركب غير زيادة ال metabolism في الخلية ، زي:

- في حالة الانميا ، في هاي الحالة ما بكون في عدد كافي من خلايا الدم الحمراء وبالتالي ما في هيموغلوبين كافي ، بها الحالة الجسم بصير بنتج هاد المركب بزيادة وبصير يحاول يعمل adaptation وبصير للمنحنى shift to the right
- في حالة لما نطلع على مرتفعات (high altitude) ونعيش فترة هناك رح يصير نوع من ال adaptation ، في المرتفعات بالعادة ما بكون في اكسجين كفاية في هاي الحالة الجسم برضو رح يزيد من انتاجو لهاد المركب اللي رح يعمل shift to the right وبالتالي يقلل ال affinity والاكسجين تفك عن الهيموغلوبين وتدخل للخلايا
- Thyroid hormones and growth hormones هدول الهم علاقة بال metabolism ، بالتالي رح يزيدو هاد المركب
- في حالة زيادة هاي الهرمونات بجسمنا رح يزيد ال metabolism عنا ، يعني الخلية صارت more active بالتالي هي رح تحتاج لاكسجين كثير ، فهي رح تزيد من انتاج هاد المركب حتى يعمل shift to the right وبالتالي يقلل ال affinity والاكسجين تفك عن الهيموغلوبين وتدخل للخلايا
- Low PH acidosis reduce red cell glycolysis and reduce 2,3-DPG

- Bohr Effect:

pH ↓ causes ↓ O_2 binding -releasing it

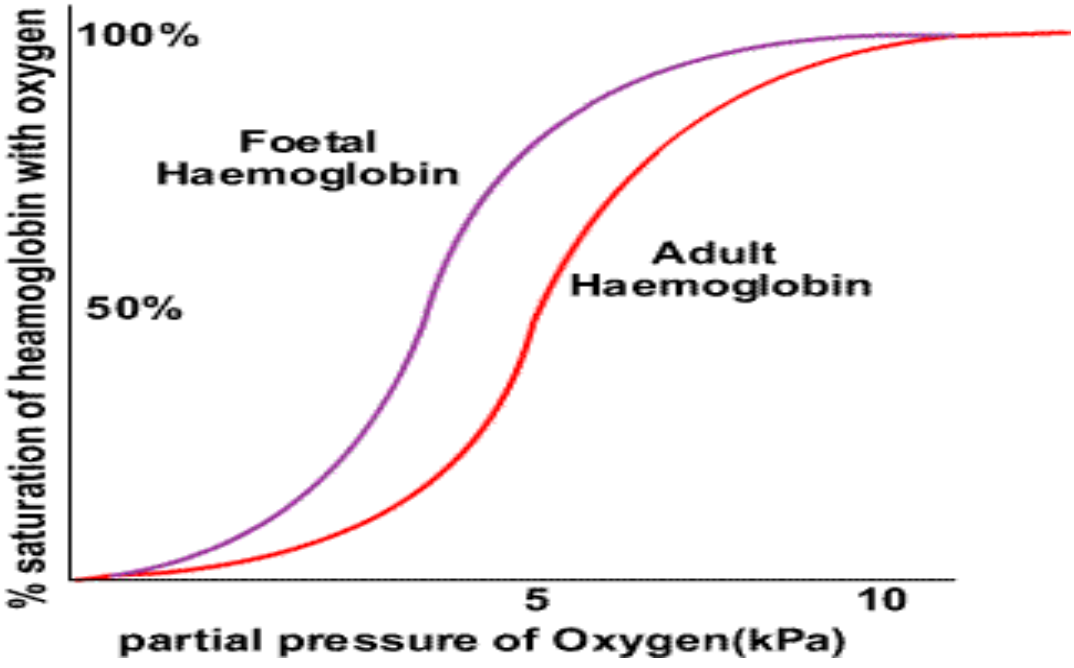
- 2,3 DPG ↑ O_2 binding (response to high altitude)
- P_{CO2} ↑ decreases O_2 binding–releasing it
- (Temperature affects the curve but doesn't vary in humans)



الهيموغلوبين اللي عند الجنين بختلف عن اللي موجود عند الام ، اللي بكون عندو affinity اعلى للاكسجين هو الجنين ، لانو الجنين ما عندو مصدر للاكسجين الا الدم اللي بيوخذو من الام بالتالي لو مثلاً كانت ال affinity عندو اقل من اللي عند الام ما رح يقدر يوخذ منها الاكسجين

يعني الهيموغلوبين الخاص بالجنين بكون عندو subunits بتختلف عن اللي موجودة عند الام بحيث انها تزيد ال affinity عندو حتى يقدر يوخذ اكسجين

على المنحنى بكون المنحنى الخاص بالجنين shift to the left واللي للام بكون shift to the right



Done by : Aysha Najajrah

الهيموغلوبين الخاص بال adults بكون مكون من 4 subunits (2 الفا +2 بيتا) اما هيموغلوبين الجنين برضو بكون 4 subunits بس بكونو (α2γ2)

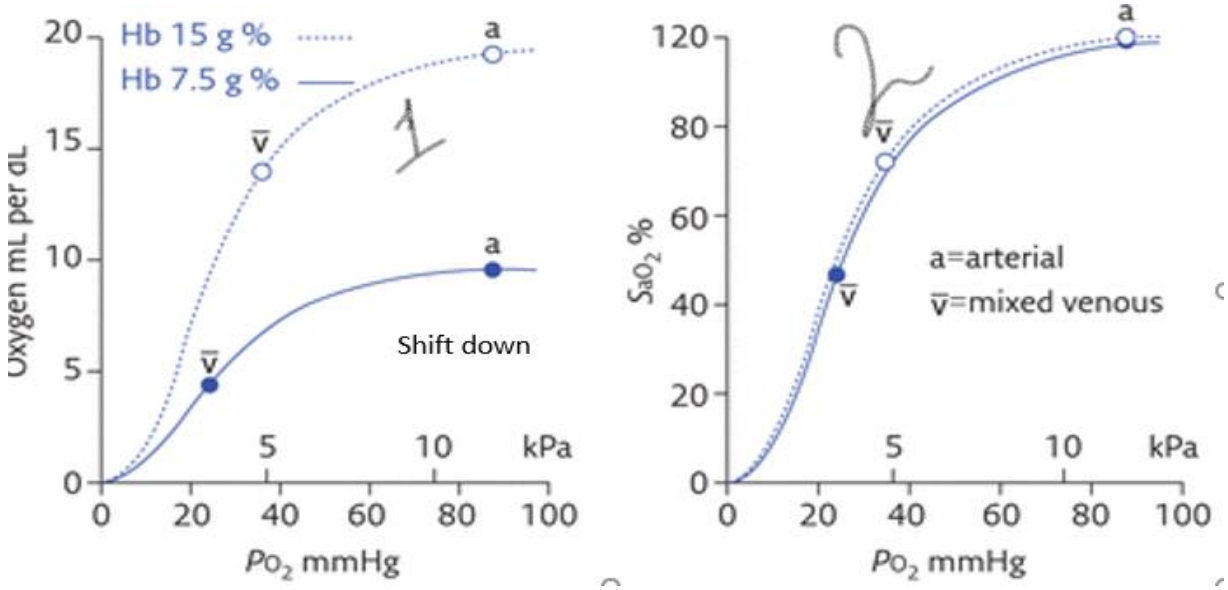
الجامل عندها ال affinity ل BPG اقل من بيتا ، يعني ال BPG لما تزيد تراكيزو رح يأثر على بيتا اكثر وبتعمل shift to the right ، اما الجاما ما بتتأثر فيه كثير بالتالي بضل منحنى الجنين shift to the left مقارنة مع الام

عنا حالات مثل ال Bleeding + CO toxicity هاي بتأثر على نسبة الاكسجين عنا وكمان رح تأثر على تشبع الهيموغلوبين بالاكسجين

✨ **Bleeding** : احنا بهاي الحالة منخسر دم ، بالتالي رح تقل ال RBC'S يعني رح يقل تراكيز الهيموغلوبين، كمية الاكسجين في هاي الحالة اكيد رح تقل ، بالتالي في هاي الحالة منلاحظ انو المنحنى صارلو shift down ، بس تشبع الهيموغلوبين بالاكسجين حسب المنحنى ما قلت والسبب هو انو ال affinity ما تغيرت بالتالي ما رح يصير shift down في المنحنى الثاني الخاص بتشبع الهيموغلوبين بالاكسجين

المنحنى الأول يبين العلاقة بين تراكيز الاكسجين (منحنى Y) والتغييرات اللي صارت في ال partial pressure (منحنى X)

المنحنى الثاني بعطينا العلاقة بين تشبع الهيموغلوبين بالاكسجين (منحنى Y) مع التغييرات اللي صارت في ال partial pressure (منحنى X)



✨ **CO toxicity** : هان الوضع مختلف ما منخسر RBC'S ولا بتقل نسبة الهيموغلوبين ، هان الهيموغلوبين رح يرتبط ب CO بدل الاكسجين (منعرف من قبل انو ال affinity تاعت الهيموغلوبين تجاه ال CO اعلى من الاكسجين لهيك بتميل بالارتباط فيها اكثر من الاكسجين) في هاي الحالة بس الاكسجين رح يدخل على الدم بنسبة 2% اللي هي بتذوب في البلازما

في هاي الحالة اكيد رح تقل نسبة الاكسجين في الدم بالتالي رح يصير shift down في المنحنى الأول

كمان المنحنى الثاني رح يصيرلو shift down ، لانو ال affinity للاكسجين رح تقل ، لانو ال affinity تاعت ال CO اعلى من تاعت الاكسجين

Done by : Aysha Najajrah

Carbon dioxide transport: يمكن نقلها في الدم ب 3 طرق

الأولى انها بتعتمد على ال solubility اللي تقريباً نسبتها 10%

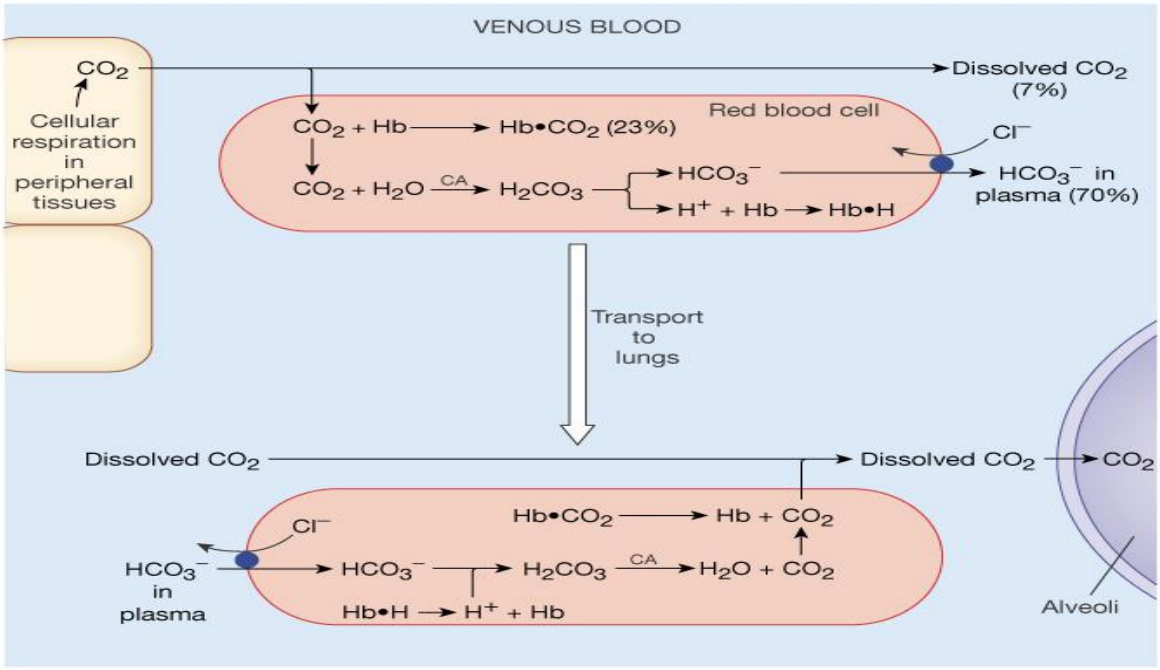
الطريقة الثانية وهي تمثل نسبة اكبر تقريباً 30% عن طريق ارتباطها بالهيموغلوبين (HbCO2) (ما برتيط بنفس مكان ارتباط الاكسجين ، بكون الو binding site اخر) **carbaminohaemoglobin ($HbCO_2$),**

الطريقة الثالثة وهي معظم ال CO2 بنتقل من خلالها وهي التفاعل الشهير على شكل bicarbonate

$CO2 + H2O \leftrightarrow H2CO3 \leftrightarrow H+ + HCO3-$ في حالة زيادة تراكيز ال CO2 رح يكون اتجاه التفاعل امامي ، اما في حالة زيادة تراكيز النواتج بكون اتجاه التفاعل عكسي

هاد التفاعل حتى يصير بعتمد على وجود انزيم اسمه **carbonic anhydrase** enzyme found in **red blood cells** (يعني مكان حدوث هاد التفاعل هو خلايا الدم الحمراء)

تقريباً 70% منو بنتقل في الدم على شكل HCO3-



لنفرض عنا active tissue اللي رح تستهلك الاكسجين (بالتالي بتكون تراكيزو قليلة لانو بتضل تستهلكو) لحتى تنتج الطاقة ATP + CO2 (اللي بتكون عندها بتراكيز عالية)، وحكينا انو النسبة العالية من ال CO2 رح تؤدي لانتاج H+ اللي رح تكون تراكيزها عالية وبالتالي بكون عندها low PH ، والطاقة عندها بتتحول لطاقة حرارية بالتالي ال temperature عندها بتكون عالية

لما يوصلها oxygenated blood يعني ال partial pressure للأكسجين فيه يساوي 100 و ال partial pressure فيه لل CO2 يساوي 40

بينما ال active tissue عندها ال partial pressure للأكسجين قليل يساوي 40 اما ال partial pressure لل CO2 يساوي 45

هاد الدم اللي وصلها جاي من الرئتين ومشبع بالاكسجين بنسبة 98% ، لما توصل لعند الخلايا ال affinity اللي بين الهيموغلوبين و الاكسجين رح تقل حسب bohr effect (تأثير زيادة ال CO2 + نقصان ال PH) وبصير shift to the right للمنحنى ، وبهيك بصير عنا free oxygen اللي بقدر يطلع من ال RBC'S

Done by : Aysha Najajrah

لانو عنا ال partial pressure لالو في ال RBC'S =100 وفي ال tissues=40 بالتالي هو رح يطلع من high(RBC'S) ل low(Tissues) ، والهيموغلوبين بصفي free

هسا ال CO2 تراكيزو داخل ال tissues بتكون 45 او اعلى وتراكيزو في الدم تساوي 40 ، بالتالي رح يطلع من high (tissues) الى low(blood)

ولما يصير بالدم رح يرتبط بالماء ويعمل التفاعل وينتج +H و -HCO3 وهاد بنسبة 70 % من اللي دخل للدم رح يتحول لهاد الشكل وهاد التفاعل بصير بالدم وبصير داخل ال RBC'S بس رح يصير اسرع واكثر داخل ال RBC'S لانو اصلاً الانزيم اللي بحتاجو ليعمل هاد التفاعل حكينا انو بكون موجود بس داخلهم

و 10% من اللي دخل الدم رح يذوب فيه ، و 30% رح يرتبط بالهيموغلوبين

🔥في عنا على ال RBC'S عليها pump (transporter) اللي رح تنقل ال chloride + bicarbonate ، ف ال bicarbonate لانو بتم انتاجو داخلها بالتالي بكون بتراكيز عالية ، رح يطلع من high(RBC'S) الى low (بلازما الدم) ، فهي لما طلعت طلعت ع شكل شحنة سالبة فلازم يصير تعويض لالها لازم تدخل شحنة سالبة بدالها واللي هي في هاي الحالة chloride هاي اسمها chloride bicarbonate shift هاي بتصير في منطقة ال tissues

في هاي الخطوة تم انتاج بروتونات +H بكثرة وهي موجودة في الد وداخل ال RBC'S ، بس في بالدم نظام ال buffers وهي اللي رح تحافظ على نسبة ال PH بمعدلها الطبيعي (في عنا بالدم كثير بروتينات عندها امينو اسيدز اللي بتشتغل ك buffer عند الحاجة في الدم)

في عنا كمان buffers موجودين داخل ال RBC'S وهي الهيموغلوبين عن طريق ارتباطه بال +H

◀️هسا هاد الدم اللي رح يطلع بكون deoxygenated blood وصار فيه ال partial pressure للاكسجين =40 و ال partial pressure لل CO2=45 والدم بكون فيه نسبة عالية من HCO3-

اما داخل ال RBC'S فيه هيموغلوبين مرتبط ب +H واشي منو مرتبط ب CO2

هاد الدم لما يوصل لعند الرئتين

الرئتين بكون عندها ال partial pressure للاكسجين = 100 و ال partial pressure لل CO2 =40

⚡بكون عندها ال CO2 قليلة و ال PH عالية اللي رح تعمل للمنحنى shift to the left هاي الظروف بتساعد بانو ال CO2 يفك عن الهيموغلوبين

منطقة فيها تراكيز ال CO2 قليلة حكينا انو هاد التفاعل رح يصير بالاتجاه العكسي

CO2 + H2O ↔ H2CO3 ↔ H+ + HCO3 – بصير التفاعل يتجه نحو انتاج ال CO2 ، ال HCO3- رح تصير تدخل على RBC'S وال chloride هي اللي تطلع

بالتالي بتصير ال CO2 تنتقل من high(blood) الى low(lungs) والاكسجين برضو رح ينتقل من high(lungs) الى low(blood) بكون الهيموغلوبين free وال affinity لالو عالية بالتالي رح يرتبط فيه

وبهيك الدم اللي بكون طالع من الرئتين بكون ال partial pressure للاكسجين فيه =100 اما لل CO2 بكون 40

P.s ال chloride shift بتصير في موقعين : الأول عند ال tissues والثاني عند الرئتين ولكن بكون بالاتجاه المعاكس

Done by : Aysha Najajrah

لما نشوف ال AFFINITY لل CO2 زادت هان منلاحظ bohr effect ، انو بتقل ال affinity تاعت الهيموغلوبين تجاه الاكسجين وبفلتو

اما لما يقل ال oxygen saturation الهيموغلوبين بزيد عندو ال affinity تجاه ال CO2 وهاي بسموها **Haldane effect**

بسم الله الرحمن الرحيم

تفريغ المحاضرة 6 شعبة 6 :

*مراجعة للمحاضرة اللي قبل

File 6: Regulation of Respiratory system

احنا ما منقدر نتحكم ب cardiovascular system يعني زيادة النبض او يوقف او يبطئ كل هاي الأشياء ما منقدر نتحكم فيها والسبب لانو ال cardiac muscle جابيها innervation من ال autonomic nervous system (sympathetic + parasympathetic)

اما في ال respiratory system عندو ثنتين، voluntary مثلاً اقطع النفس او ازيد/اقلل النفس هاي أشياء بقدر اتحكم فيها وبنفس الوقت بصير بشكل تلقائي وبدون ما اتحكم في العملية

Breathing occurs automatically throughout a person's life but can also be controlled voluntarily

يعني هو بقدر يعمل الجهتين Involuntary regulation + voluntary

✨عنا 3 أنواع من العضلات : ال Involuntary → smooth + cardiac لانو الإشارات بتيجيها من ال sympathetic + parasympathetic

اما ال skeletal بتكون voluntary لانو الإشارات بتيجيها من ال somatic nervous system هاد بروح لل skeletal muscles وكمان لبعض ال sphincters في جسمنا

🔥طب شو السبب اللي خلانا نقدر نتحكم بهاد السستم متى ما بدنا وبنفس الوقت انو بشتغل لحالو كمان مش زي الكارديو ؟

عنا في ال respiratory system العضلات اللي بتساعد في التنفس هم ال diaphragm + intercostal muscle وهم skeletal muscle وهدول اللي بقدر اتحكم فيهم

وكمان بكون Involuntary لانو بتوصله إشارات من ال autonomic nervous system

⚡الجهاز التنفسي مش بس مهم عشان يعطينا اكسجين ، كمان هو بحاول يحافظ على ال homeostasis الخاص بال CO2 لان ال CO2 مهم للحفاظ على ال PH في نسبتها الطبيعية (7.4)

⚡اللي بتحكم في ال PH في جسمنا جهازين هم : respiratory system + Renal system

✨زي ما كان في للكارديو مراكز تحكم في الدماغ كمان التنفسي الو مراكز في الدماغ موجودة في جذع الدماغ brain steam في منطقتين : pons + medulla oblongata هاي المراكز بتوصلها إشارات neurons انو مثلاً نسبة الاكسجين عالية او منخفضة --- فانو في كثير مصادر اللي رح تجيب input على شكل sensory neurons لل respiratory centers وبعدها رح تطلع motor neurons اللي رح تطلع من هاي المراكز وهي تمثل ال output حتى يعمل تأثيرو على عملية التنفس

من وين ممكن يوصلو input لمراكز التنفس هاي ؟

- تغييرات في بعض ال chemicals والمتمثلين في : الاكسجين (نقصه) hypoxia ، زيادة ال CO2 ، نقصان ال PH (acidosis) جسمنا عرضة لالو اكثر من alkalosis اللي بحس بهاي التغييرات هي chemoreceptors وبتحس فيهم اذا صار خلل بأحد تراكيزهم بالدم

Done by : Aysha Najajrah

◀️ال chemoreceptors اللي رح تحس بهاي التغييرات موجودة في منطقتين : خارج الدماغ في ال aortic+ carotid bodies وهدول لانهم خارج الدماغ بسموهم peripheral chemoreceptor ، وكمان موجود chemoreceptors داخل الدماغ وهدول بسموهم central chemoreceptors

ال aorta بكون طالع منو العصب العاشر vagus اما ال carotid بكون طالع منو العصب التاسع اللي هو glossopharyngeal nerve اللي رح يوصلو لمراكز التنفس عن وضع الاكسجين وال CO2 وال PH

اما ال central بكونو موجودين بجانب ال medulla oblongata بالتالي هي مش بحاجة الي sensory neuron بتبعت الإشارة دايركت لل medulla oblongata بس هدول ما بفحصو كلشي بس بفحصوا زيادة ال CO2 اللي بتعمل acidosis (زيادة ال PH) اما نقصان الاكسجين ما بحسو فيه

✨ال hypoxia فقط بحس فيها ال peripheral chemoreceptors

ال input اللي بيوصل لل respiratory centers سواء من ال central or peripheral chemoreceptors رح يعمللها stimulation لانو مثلاً شخص نقص من عندو الاكسجين رح يصير يتنفس بسرعة hyper ventilation

⬅️الحويصلات الهوائية لما تمتلأ بالغاز في عندها stretch receptors اللي رح تبعت إشارة لمراكز التنفس انها امتلأت بالغاز حتى توقف عملية الشهيق يعني رح تعمل inhibition لمراكز التنفس ، هاد ال stretch receptors هو نوع من أنواع ال mechanoreceptors (هاي بتحس بالتغير في الpressure كمان بتحس في ال stretching)

⚡في عنا شغلات ثانية ممكن انها تؤثر على مراكز التنفس مثل :

🔺حدا عندو حساسية من الغبرة ، والغبرة دخلت عن طريق الانف او ال pollens (حبيبات اللقاح) هاي رح تبعت إشارة لمراكز التنفس عن طريق trigeminal nerve اللي رح تعمل inhibition لمراكز التنفس

في عنا mechanoreceptors موزعة في الجسم ، مثلاً في ال upper respiratory system مثل الانف وموجود في ال lower respiratory system زي الرئتين عند الحويصلات الهوائية فيه stretching receptors اللي رح تبعت إشارة لمراكز التنفس انو الحويصلات امتلأت بالغاز

🔥ال input ممكن يعمل stimulation لمراكز التنفس وممكن يعمللها inhibition بعتمد على حسب من وين جاي

🔺 كمان بيجي لمراكز التنفس إشارات من ال hypothalamus كمان من ال cerebrum cortex ، في حالات الانفعال سواء كان خوف او حزن او فرح ..الخ هدول كلهم بأثرو على تنفسنا عن طريق ال hypothalamus اللي رح تبعت إشارة لمراكز التنفس وممكن يكون stimulation orrr inhibition هاي بتعتمد على نوع ال stimuli

كمان هي اللي بتبعت إشارة لما ترتفع درجة حرارة الجسم وبتعمل للمركز stimulation

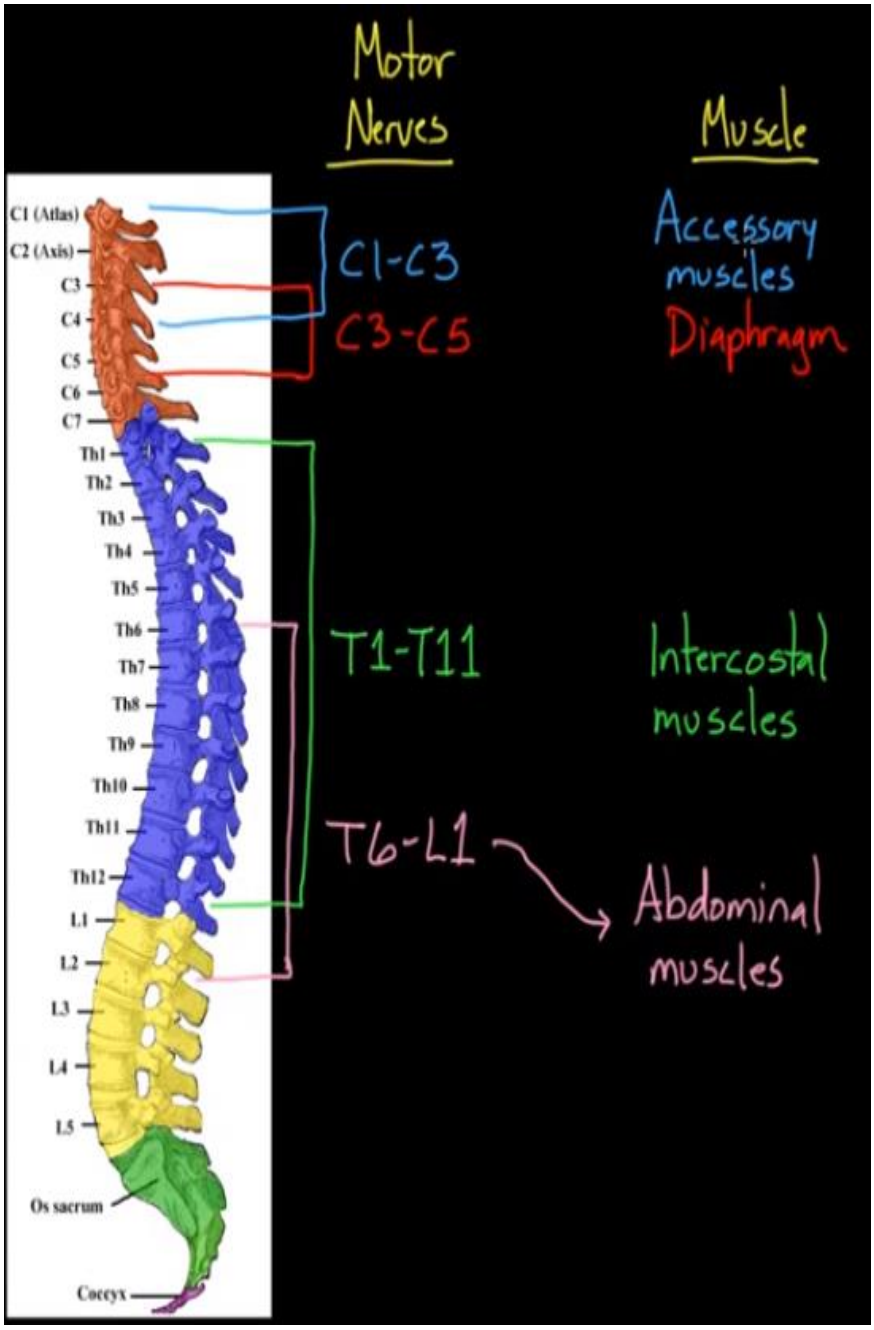
🔺اما لما توصل الإشارة من cerebrum cortex هاي المسؤولة عن الجزء ال voluntary في الجهاز التنفسي

🔺مراكز التنفس ومراكز القلب لانهم قريبين من بعض بالتالي رح يأثرو على بعض

🔺خلال ال exercise العضلات والمفاصل عندها stretch receptors اللي رح تبعت إشارة لمراكز التنفس وبتعمللها stimulation

Done by : Aysha Najajrah

⚡بعد ما وصلت الإشارة لمراكز التنفس رح تطلع output اللي رح تروح لل respiratory muscles والمتمثلة في diaphragm & intercostal muscles & abdominal accessory muscles& muscle وكل هاي الاعصاب رح تطلع من مناطق مختلفة وتروح تعمل لهاي العضلات contraction / relaxation حسب شو الوضع او على ال bronchioles



p.s ال baroreceptors + stretch receptors هدول من أنواع ال mechanoreceptors
✨ال motor output رح يكون اما somatic وهاد بكون رايح ل respiratory muscles واللي هم عبارة عن skeletal muscles ، او بكون من نوع autonomic وهاد اللي رح يروح ل bronchioles اللي رح يعمللها اما bronchoconstriction or dilation عنا ال sympathetic بعمللها bronchodilation
و ال parasympathetic بعمللها bronchoconstriction (الاستيل كولين)

Done by : Aysha Najajrah

Respiratory centers:

هي موجودة في brainstem وبالتحديد في ال medulla oblongata + pons

1- Medulla oblongata

🔥Dorsal respiratory group (Inspiratory center) (IC) located in the dorsal portion of the medulla, which mainly control inspiration

هاد اللي رح يبعت motor neurons اللي رح يروحو لعضلات التنفس واللي رح يعملو contraction

وهاد بكون مسؤول عن ال spontaneous inspiration ، هو رح يعمل fairing لل action بشكل potential spontaneous يعني ما بتحس ولا بتفكر فيها حتى

🔥Ventral respiratory group (Expiratory center)(EC) located in the ventrolateral part of the medulla, which mainly control expiration

هاد بكون جنب ال IC ، بس هاد ما بتحكم بال normal expiration لان هاي العملية بتصير عن طريق ال inhibition لل IC

اما ال EC بكون دوره الأكبر لما بدنا نعمل deep expiration او forced breathing

هو ببعت إشارة لل dorsal center وبعمللو inhibition او stimulation

اكتشفوا فيه box اسمو pre-Bötzinger complex يوجد فيها خلايا تشبه ال SA node(pacemaker) اللي في القلب هاي المسؤولة عن ال rhythm تاع ال respiration عنا

كمان رح يطلع منو motor neuron هاي رايحة تعمل innervation لل larynx ,pharynx , tongue ، بدها تحاول توسعهم حتى تسهل عملية التنفس

🔥 The pontine respiratory group (PRG) or Pneumotaxic center located dorsally in the superior portion of the pons, which mainly controls rate and depth of breathing

هاد رح يبعت input للي تحته ، هاد كأنو بس رح يتحكم فيهم ، انو مثلاً بشتغلو كثير يخففو الشغل

غالباً الإشارة اللي بتطلع منو وبتروح لل IC بتكون inhibition وبكون mainly لل DRG

كمان هاد بتحكم ب ال depth للتنفس انو لاي درجة رح تكون deep inspiration/expiration وكمان بتتحكم بال rate of breathing

عنا ال pons center مهم في عمل (smooth out breathing(inspiration & expiration ، يعني لما ننتقل من ال inspiration لل expiration ما منحس بفاصل بينهم وهي هاي ال pon centers المسؤولة عن انو ما نحس فيها

✨ال output اللي رح يطلع من ال inspiratory centers على شكل motor neurons اللي رح تروح لعضلات التنفس ويتحكم فيهم

Done by : Aysha Najajrah

Depth and Rate of Breathing:

لما مثلاً ال IC يبعت motor neuron لل respiratory muscles ، فال diaphragm رح يصيرلو contraction ، في حالة بدنا نعمل deep inspiration لازم نزيد ال innervation ، يعني في حالة بدي ازيد ال inspiratory depth لازم يصير للعضلات contraction اكثر فلازم يزيد ال IC activity وبالتالي رح يزيد ال stimulation لالو وبهيك رح يزيد ال fairing وهيك بزيد عدد ال neurotransmitters وهاي ال neurotransmitters رح ترتبط على receptors اكثر وبالتالي رح تعمل contraction اكثر وهيك بزيد ال inspiratory depth

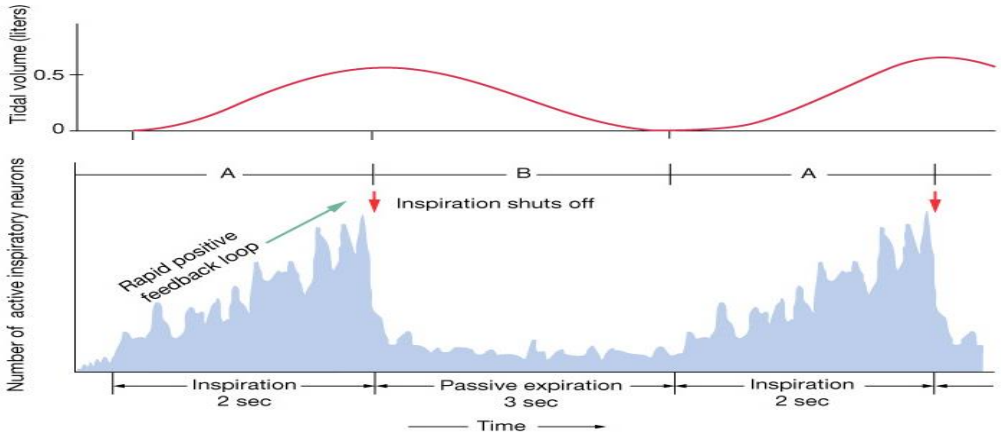
اما في حالة بدنا نزيد ال frequency هان بدنا نتحكم بالمدة اللي الها ، منتحكم ب how long the inspiratory centers is active

---

يوجد pacemakers تشبه ال SA node هم المسؤولين عن التنفس بشكل spontaneous وهم اللي بعملو initiates each cycle وال rhythm منعرف انو بتم التحكم فيه من ال EC

ال pacemakers cells هم اللي بحفزو ال IC يعمل fairing اللي رح يبعت motor neurons اللي رح توصل لل respiratory muscles واللي رح يعمللهم contraction وهيك بصير ال inspiration ، فلما يصير contraction لل diaphragm بالتالي رح ينزل للاسفل ، وال contraction اللي بصير لل intercostal muscles رح يدفعها باتجاه الأعلى ، فحجم القفص الصدري رح يزيد بالتالي الضغط رح يقل (العلاقة عكسية) ، بمجرد انو ال intrapulmonary pressure صار اقل من ال ATM pressure بالتالي رح يدخل الهواء من الخارج وتحدث عملية ال inspiration ويستمر دخول الهواء حتى تمتلأ جميع الحويصلات الهوائية بالغاز ، فلما تمتلأ الحويصلات في عندها stretch receptors اللي رح تبعت إشارة للدماغ هاد ال input رح يعمل inhibition لل IC وبالتالي رح يخف ال innervation اللي طالع منها وال contracted muscles رح يصيرلها relaxation بالتالي الحجم رح يقل وبالتالي الضغط رح يزيد ويصير اكبر من ال ATM pressure وبهيك الهوا رح يطلع من الرئتين للخارج

عملية ال expiration بتصير passive ، ال elastic recoil للحويصلات الهوائية رح يساعد في عملية الزفير وكمان انو صار relaxation للعضلات بسبب IC inhibition هاي كفاية لحتى نقدر نعمل passive expiration

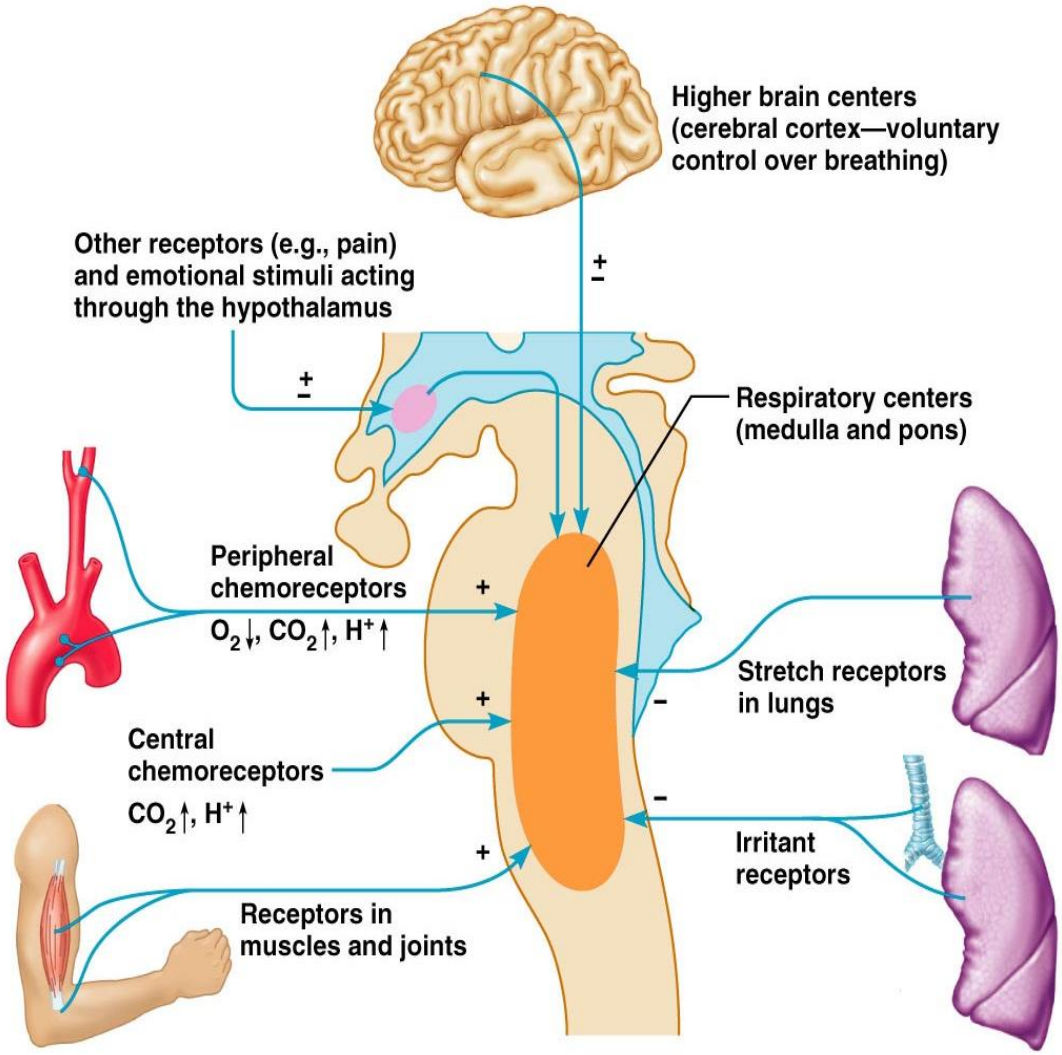


During inspiration, the acitvity of inspiratory neurons increases steadily, apparently through a positive feedback mechanism. At the end of inspiration, the activity shuts off abruptly and expiration takes place through recoil of elastic lung tissue.

حسب المنحنى فان number of active neurons رح تزيد في ال inspiration ، يعني ال IC رح تبعت motor neurons لحتى تعمل contraction للعضلات ،هاي ال signal بتعاود تزيد بالتالي بتصير ال IC تبعت اكثر motor neurons بتدخل في positive feedback loop ، فال contraction رح يزيد اكثر وتستمر هاي العملية لحد ما ال alveoli تمتلأ بالغاز وال stretch receptors تعمل inhibition

Done by : Aysha Najajrah

وهيك رح يصير inspiration shuts off ، بتصير عملية ال expiration بشكل passively وما منحتاج neurons الا لما تبدأ cycle جديدة



هاي الصورة جامعة لكل اشي ممكن يأثر على مراكز التنفس

إشارة – تعني انو هاي ال input رح تعمل inhibition لمراكز التنفس

إشارة + تعني انو هاي ال input رح تعمل stimulation لمراكز التنفس

⚡يوجد في ال hypothalamic مركز اسمو limbic system هاد اللي بتحكم في rate and depth of respiration ، كمان ال emotion اللي بتأثر على التنفس ، كمان ال temperature الها مراكز في ال hypothalamic وزيادة الحرارة رح تزيد ال respiratory rate

ومنعرف انو ال cortex هي المسؤولة عن ال voluntary control عنا

Done by : Aysha Najajrah

بسم الله الرحمن الرحيم

تفريغ المحاضرة 7 شعبة 6 :

لازم نفحص أشياء ف الدم زي ال hypoxia (نقص تراكيز الاكسجين بالدم) ، زيادة ال CO2 اللي منسميها hypercapnia ، كمان نفحص زيادة البروتونات في الدم H+ لانها بتعمل low PH وبالتالي acidosis

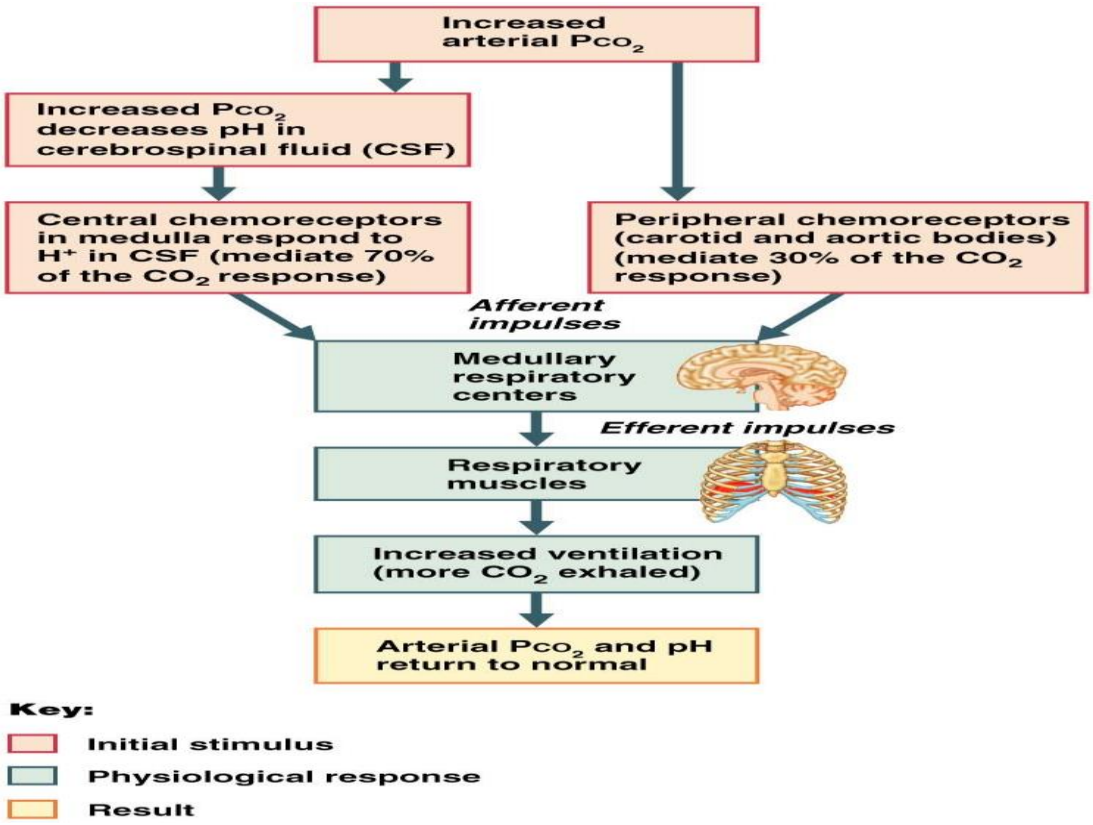
ال receptors اللي بتحسب هاي التغييرات هي ال chemoreceptors وحكينا انهم نوعين وهم ال peripheral وهدول اللي بكونو خارج الدماغ وعنا ال central اللي بكونو داخل الدماغ

بالتالي ال بحسو بكل هاي التغييرات في الدم هم ال peripheral اللي صرنا نعرف انهم موجودين في ال aorta + carotid

ال central بكون موجود في الدماغ وبكون شوي مختلف وهو بكون receptor فقط للبروتونات ، بس بحس بزيادة البروتونات ، البروتونات اللي بتكون موجودة بالدم اللي بيوصل الدماغ ما بتقدر تدخل للدماغ ، بس الغازات بتقدر تدخل واللي منها ال CO2 اللي رح يتحول ل H+ & HCO3- ، بالتالي في حالة زيادة الCO2 رح يزيد انتاج البروتونات وهيك رح يعمل acidosis وهاد اللي رح يحس فيه ال central chemoreceptors بالتالي هو كمان بحس بزيادة ال CO2 ولكن بطريقة غير مباشرة

في حالة ما ارتفع تركيز ال CO2 في الدماغ ، لكن اللي ارتفع هو نسبة البروتونات في الدم هاي اللي بحس فيها هو ال peripheral مش ال central

---



عنا بهاد المثال ، زاد ال arterial CO2 ، رح يحس فيه ال peripheral اكيد ، وكمان ال central رح تحس فيه لانو لما يزيد رح يدخل على ال blood brain barrier ورح يتحول ل H+& HCO3- وهيك ال central رح تحس فيه

Done by : Aysha Najajrah

هسا ال peripheral لما تحس بالزيادة هاي رح تبعت sensory neurons اللي رح توصل ل respiratory center و ال central أصلا موجود بجانب ال respiratory center هدول الاشارتين رح يعملو stimulation لل respiratory center اللي رح تبعت motor neuron لعضلات التنفس اللي رح تزيد معدل ال contraction لالها وبصير الشخص يعمل hyperventilation

✨بنتج عن ال stimulation لمراكز التنفس hyperventilation في هاي الحالة بزيد ال rate & depth of breathing ، هاي ال hyperventilation بسرعة رح تنظف الدم من ال CO2 الزايد وتدخل بدالو الاكسجين وهاي بتصير نتيجة ل hypoxia, hypercapnia & acidosis

✨بنتج عن ال inhibtion لمراكز التنفس hypoventilation هاي بتصير في حالات زي ال alkalosis

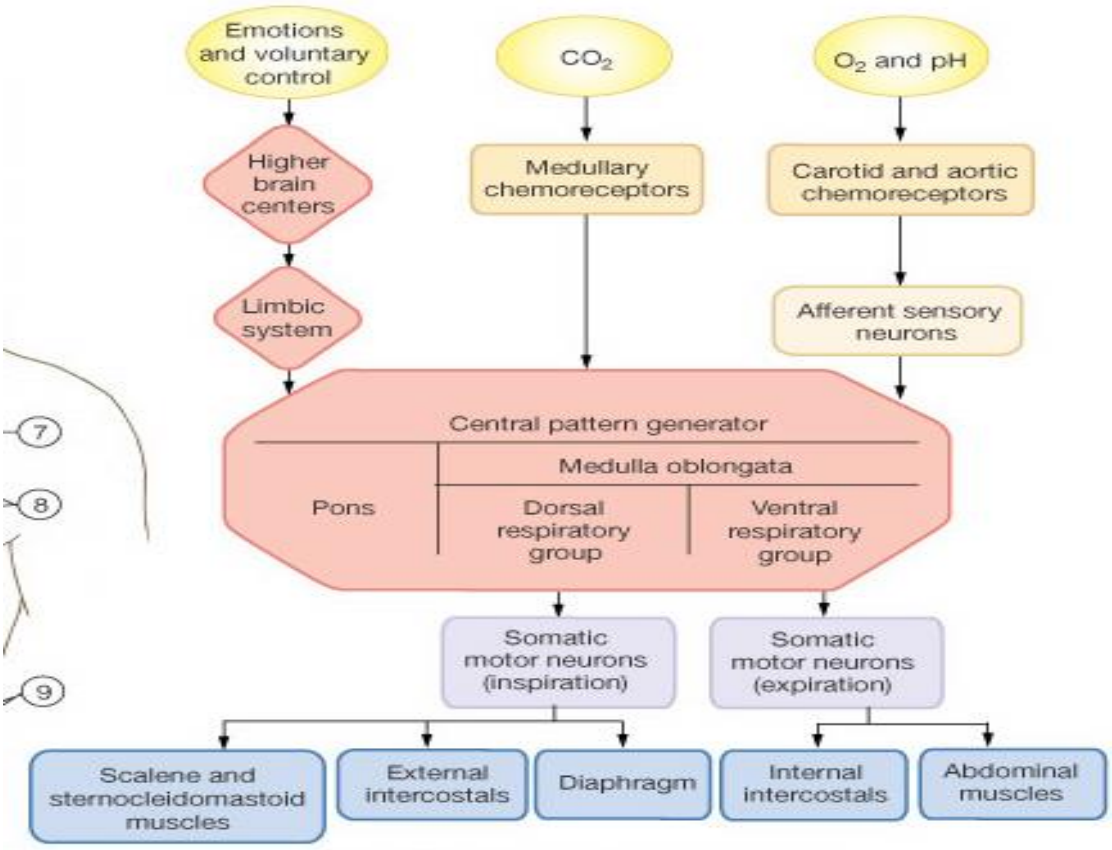
⚡ ال chemoreceptors ما رح تحس بنقص الاكسجين الا لما يصير ال partial pressure لالو اقل من 60 ، يوجد خلايا في ال peripheral chemoreceptors اسمها **Glomus cells** وهي اللي رح تحس بنقص الاكسجين (hypoxia) ، في حالة نقص الاكسجين في ال arterial blood رح تحس فيهم خلايا ال glomus ، هاي الخلايا تحتوي على potassium channels واللي بتكون مفتوحة بالحالة الطبيعية وال calcium channels بتكون مغلقة ، في حالة صار نقص في الاكسجين رح تسكر قنوات البوتاسيوم بالتالي البوتاسيوم بتوقف عن الخروج من الخلية والخلية بتبطل تفقد شحنة + وهيك رح يعمل depolarization في الخلية وهاي ال depolarization رح تفتح قنوات الكالسيوم وبصير الكالسيوم يدخل للخلية واحنا منعرف انو لما الكالسيوم يدخل على أي خلية فيها vesicles رح يعمل exocytosis لهاي ال vesicles اللي بتحتوي على dopamine فلما يطلع من الهلية رح يرتبط بال receptor اللي الو واللي موجود على ال sensory neuron ويعمل action potential ورح يبعت للدماغ إشارة يخبر فيها عن نقص الاكسجين ورح تكون النتيجة انو رح يصير hyperventilation

في حالة الإصابة بمرض chronic obstructive pulmonary disease (COPD), بهاي الحالة بصير ال partial pressure للاكسجين اقل من 60 بسبب مشاكل في الجهاز التنفسي

⚡اما في حالة ال CO2 فال peripheral رح تحس بزيادتو بالدم بسرعة ومش بس هي اللي بتحس كمان ال central ، لهيك ال main stimuli اللي رح تأثر على مراكز التنفس هي الزيادة في تراكيز ال CO2

✨في حالة اختناق شخص ، رح تزيد تراكيز ال CO2 ورح تحس فيها ال peripheral + central ورح يعملو response اللي هو hyperventilation بس بهاي الحالة الشخص مختنق بالأساس بالتالي ما رح تقل تراكيز ال CO2 لهيك بضطرو لانهم يتدخلو جراحياً في حالات ، وبتضل ال chemoreceptors تبعت إشارات لمراكز التنفس عن زيادة ال CO2 و رح تضل تعمل نفس ال response وهو ال hyperventilation لحد ما توصل لمرحلة انو ببطل يستجيب لل CO2 chemical stimuli ، بهاي الحالة بصير sensitive للاكسجين اكثر كـ main stimuli

⚡اول ما تقل ال PH عن قيمتها الطبيعية (7.4) رح تحس فيها ال chemoreceptors وتبعت إشارة لمراكز التنفس اللي رح تعمل hyperventilation ، ومعظم الحالات لما تقل بكون سببها هو الزيادة في ال CO2



هاي الرسمة مراجعة لكلشي انشرح

لما نعمل inspiration حكينا انو الحويصلات الهوائية بتتعبى كلها هوا وال stretch receptors رح تبعت إشارة للدماغ حتى يثبط ال IC ويصير ال expiration

Hering-Breuer : هي لما ال stretch receptors بتحس انو الحويصلات الهوائية امتلأت بالغاز وتبعت إشارة للدماغ

Pulmonary irritant reflexes : لما يصير irritants في احد ال air ways رح يبعت إشارة للدماغ ويعمل hypoventilation

---

File 7: Respiratory pathophysiology

Respiratory disorders:

- Inadequate ventilation.

بكون في الجو ما في اكسجين كفاية زي المرتفعات العالية او مثلاً في حالات الاختناق ، او ممكن في مشاكل بمراكز التنفس او العضلات بالتالي ما منقدر نعمل التنفس بالطريقة الطبيعية

- Abnormalities of diffusion through the pulmonary membrane.

هان بكون ال ventilation ممتاز ولكن المشكلة بتكون في انتقال الغازات من الحويصلات الهوائية للدم بكون مثلاً في طبقة كبيرة من ال edema او فيه حول الحويصلات الهوائية fibrotic tissue او emphysema كل هاي العوامل رح تأثر على ال diffusion rate

Done by : Aysha Najajrah

🔥 Abnormal blood transport of gases between the lungs and tissues

في حالة صار خلل في نواقل الغازات زي مثلاً الانيميا او سرطان الدم وبالتالي رح تأثر على عملية نقل الغازات من الحويصلات الهوائية الى الانسجة

Hypoxia : is defined as a decrease in PO2 in <u>arterial blood</u>

يقل الاكسجين في عدة حالات منها :

🔺 انو اصلاً في نقص اكسجين بالجو زي مثلاً في المرتفعات ، ممكن يكون الاكسجين بالجو منيح بس مثلاً داخل اشي لممرات الهواء وعامل obstruction وبالتالي زادت ال resistance

🔺 في حالة ال anesthetics (التخدير) رح تعمل Inhibition of inspiratory center وبالتالي رح يقل الاكسجين ، لهيك عملية التخدير اشي خطير ولازم تكون بتراكيز معينة ودايما بتكون مراقبة

🔺 Defect in respiratory muscles ، انو مثلاً صار شلل بوحدة من العضلات رح تأثر على عملية التنفس ويصير عند الشخص نقص في الاكسجين

✨ يوجد فرق بين ال hypoxia وال Ischemia ، ال ischemia شاملة اكثر بحيث انو المنطقة اللي بتتغذى على ال blood supply مش واصلها اشي بسبب obstruction في الاوعية الدموية فهاي المنطقة اللي صارلها ischemia اكيد رح تدخل ب hypoxia ومش بس رح ينقص الاكسجين ، كمان رح ينقص السكر وال nutrients ، اذا ال hypoxia هي جزء من الأشياء اللي بتصير في ال ischemia

🔺 أي مرض ممكن يأثر على ال diffusion للغازات او مثلاً ال edema ، Decrease in diffusion rate of O2 (decrease surface area, decrease PO2 in alveoli, increase membrane distance)

نتيجة أي وحدة من هدول هو نقصان ال partial pressure للاكسجين في الدم وهاد بعني hypoxia

اللي بحس بنقص الاكسجينهم فقط ال peripheral chemoreceptors عن طريق ال glomus cells (ما بتحس بنقص الاكسجين الا لما يصير ال partial pressure لالو اقل من 60) اللي رح تبعت إشارة لمراكز التنفس في الدماغ واللي بدورها رح تعمل hyperventilation

---

في عنا أنواع من ال hypoxia :

⚡ Hypoxia hypoxia (Anoxia) : لما في ال ventilation ولاي سبب كان ما فيه اكسجين كفاية ليعبي الحويصلات الهوائية ، يعني هي بتكون خلل في ال ventilation بتكون نتيجتها انو تراكيز الاكسجين قلت في الدم

⚡ Anemic Hypoxia : هان بكون نقص الاكسجين سببه هو مشاكل في الدم ، مثل انو صار Decrease in blood volume يعني عدد خلايا الدم الحمراء اكيد رح يكون اقل ، بالتالي اكيد عدد الهيموغلوبين رح يقل ، او ممكن انو يكون فيه العدد الطبيعي من الهيموغلوبين لكنه ارتبط ب CO بدلاً من الاكسجين

⚡ Histotoxic Hypoxia : لما يكون في المايتوكندريا خلل بالتالي رح يصير خلل في ال cellular respiration ، هان الاكسجين بيوصل الخلية بس المايتوكندريا من قادرة تستغلو واللي من أسباب حدوث هاي المشكلة : cyanide toxicity and the use of uncoupling agent

السيانيد هاي اصلاً تستخدم في الانتحار لانو بأثر على ال electron transport chain في المايتوكندريا بالتالي رح تسبب شعور الاختناق عند الشخص واللي تؤدي للوفاة فوراً

Done by : Aysha Najajrah

⚡Stagnant hypoxia (ischemic hypoxia) : في هاي الحالة ال hypoxia صارت بسبب حدوث ال ischemia

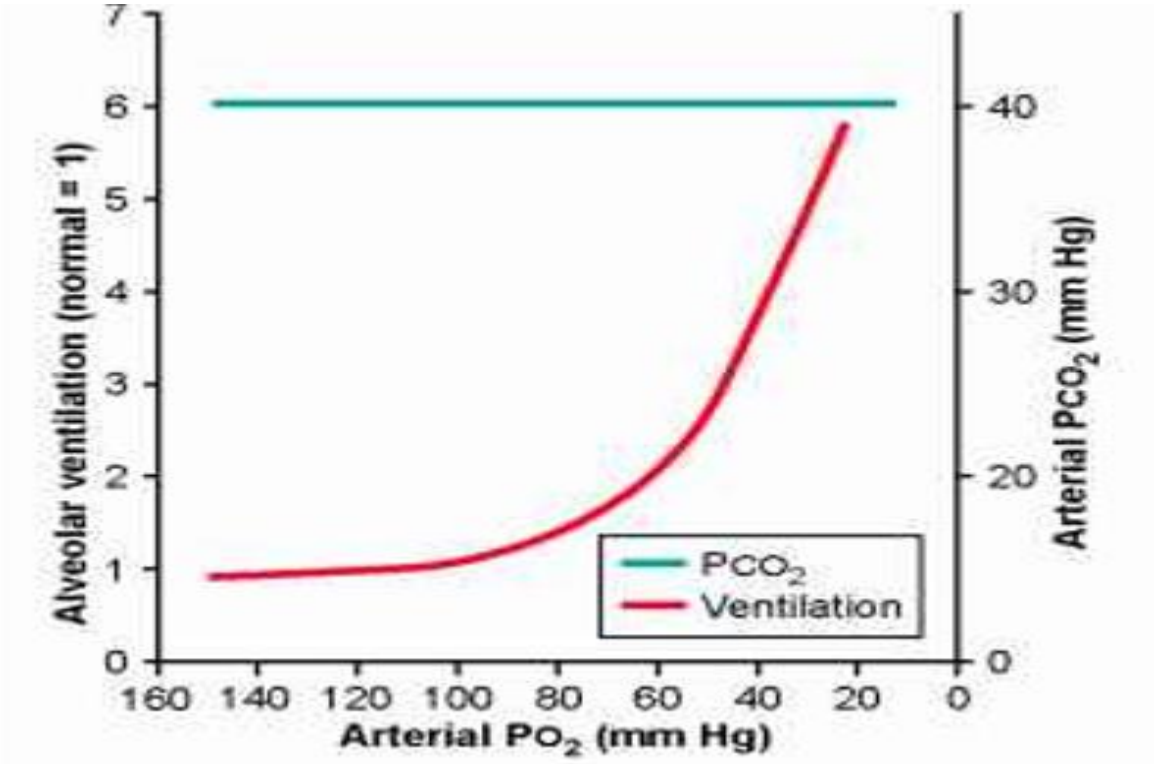
Hypoxia, if severe, can cause death of cells throughout the body, but in less severe degrees it causes principally:

depressed mental activity (coma)

reduced work capacity of the muscles

نقص الاكسجين وخاصة على الدماغ بكون كثير خطير ويؤدي للوفاة

في حالة نقص ال CO2 عنا في الدم ، برضو هاد وضع خطر



هاد المنحنى بعطينا العلاقة بين ال ventilation و ال partial pressure لل CO2

ال normal ventilation عند رقم 1 هان منتنفس طبيعي ، لما تكون اقل من 1 بتكون hypoventilation ، اما لما تكون اعلى من 1 بتكون hyperventilation (y axis)

عنا على ال x axis تمثل ال partial pressure للاكسجين ، الطبيعي قيمتو 100

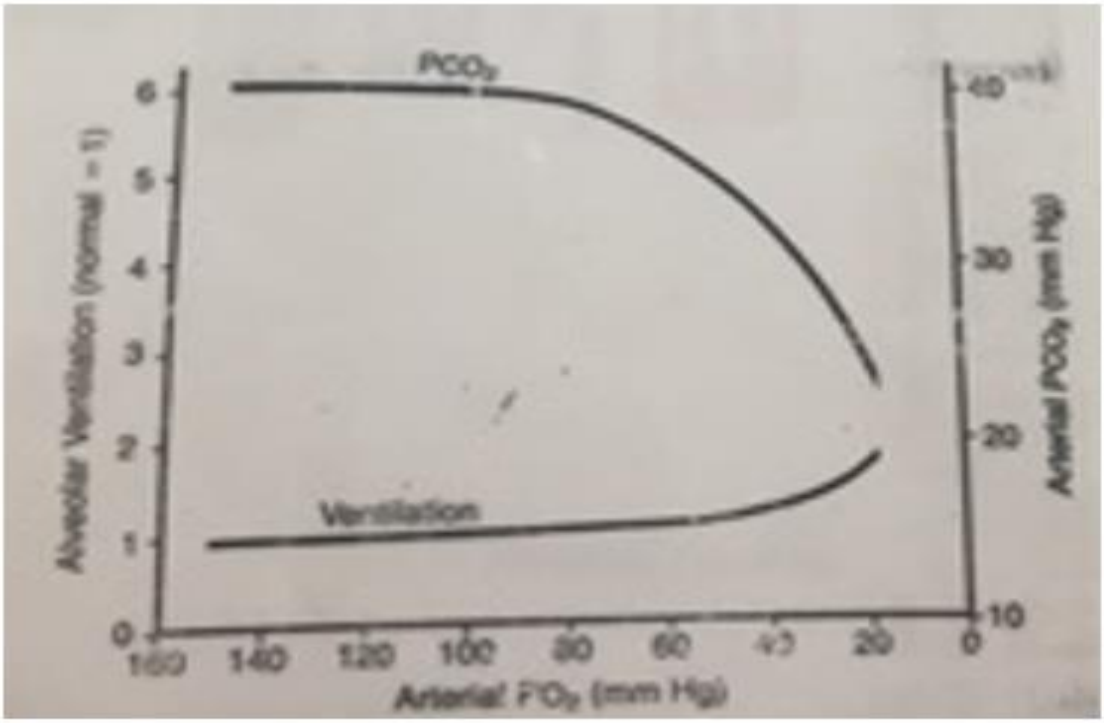
ال partial pressure الطبيعي لل CO2 يساوي 40

هسا من الرسمة منلاحظ انو اذا قل ال partial pressure للاكسجين عن 60 صارت ال ventilation =2 يعني الضعف (hyperventilation) وبتضل كل ما نقصت عن 60 رح تزيد ال ventilation يعني اول ما توصل اقل من 60 رح يصير hyperventilation

اما في حالة انو ال partial pressure للاكسجين زاد عن 100 ما رح يأثر اشي على ال ventilation

هاد الحكي كلو لما يكون ال partial pressure لل CO2 بوضعه الطبيعي

Done by : Aysha Najajrah



The fall in PCO2 had a depressant effect on ventilation

هاد الشخص عندو hypoxia & hypocapnia يعني عندو نقص بالاكسجين وكمان في ال CO2

هاي بتصير مثلاً في حالة شخص بدو يسبح ، وقبل ما ينزل عمل hyperventilation وبالتالي قلل ال CO2 ، ففي حالة انو غرق على سبيل المثال بالتالي تراكيز الاكسجين عندو صارت اقل من 60 بس ما بقدر يعمل hyperventilation بهاي الحالة عشان حالة ال hypocapnia اللي دخل فيها

<u>ال CO2 لما يقل في الجسم رح يعمل depression في ال ventilation</u>

Hypercapnia :

هي كثير خطيرة اذا صارت بجسمنا لهيك بحسو فيها ال chemoreceptors سواء ال peripheral or central

زيادة او نقصان ال CO2 رح يأثر على قيمة ال PH في جسمنا

زيادة الCO2 مش شرط دايماً يكون مقترن بنقصان الاكسجين ، يعني ممكن انهم يصيرو مع بعض بس هي Can occur with or without hypoxia

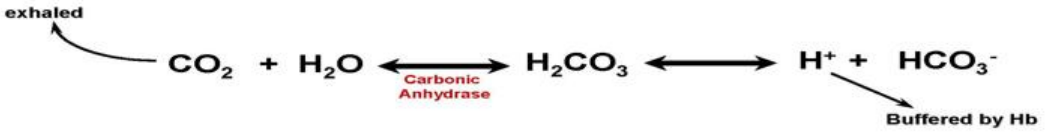
✨في حالة انو الشخص دخل في حالة hypoventilation هاي اكيد رح تسبب زيادة تراكيز ال CO2 في الدم والجسم كردة فعل رح يعمل hyperventilation

🔥 في حالة انو ال partial pressure لالو زاد عن 60 ببلش الشخص يحس بالاختناق

🔥 في حالة صار اكثر من 80 الشخص بدخل في coma ، لما يوصل 120-150 هان رح يسبب وفاة

Done by : Aysha Najajrah

Blood Acid / Base balance:



هاد التفاعل دايماً بصير في الجسم ، بحول ال CO2 على شكل HCO3- اما ال H+ يوجد في الدم buffers اللي رح تمسك فيه زي الهيموغلوبين اللي رح تحافظ على انو ما يدخل ب acidosis

هاد التفاعل اذا زادت المتفاعلات رح يكون باتجاه الامام ، اما اذا قلت رح يكون بالاتجاه العكس lechatelier's principle

اللي رح يتحكم بتراكيز ال CO2 هو الجهاز التنفسي ، لما نعمل hyperventilation رح تقل تراكيزو اما لما نعمل hypoventilation رح تزيد تراكيزو

في حالة انو تراكيز ال HCO3- زادت في الدم رح ترتبط بال H+ وتنتج CO2 ، تراكيز ال HCO3- بتزيد او بتقل عن طريق ال renal system في حالة اطلعتو من الجسم تراكيزو رح تقل اما لما ما يطلع رح تزيد

PH=[HCO3-]/[CO2] ، يعني واضح انو العلاقة بين ال PH &HCO3- هي طردية ، اما العلاقة بين ال PH & CO2 هي علاقة عكسية

Henderson Hasselbalch equation: PH = [HCO3-]/[PCO2 X 0.03]

Normal Values:

pH= 7.4 , pK= 6.1 , HCO3= 24 mEq/L , PCO2= 40 mmHg

$$pH = pK + \log \frac{[HCO_3^-]}{[PCO_2 \times 0.03]}$$

$$= 6.1 + \log \frac{24\ mEq/L}{(40 \times 0.03)}$$

= 7.4

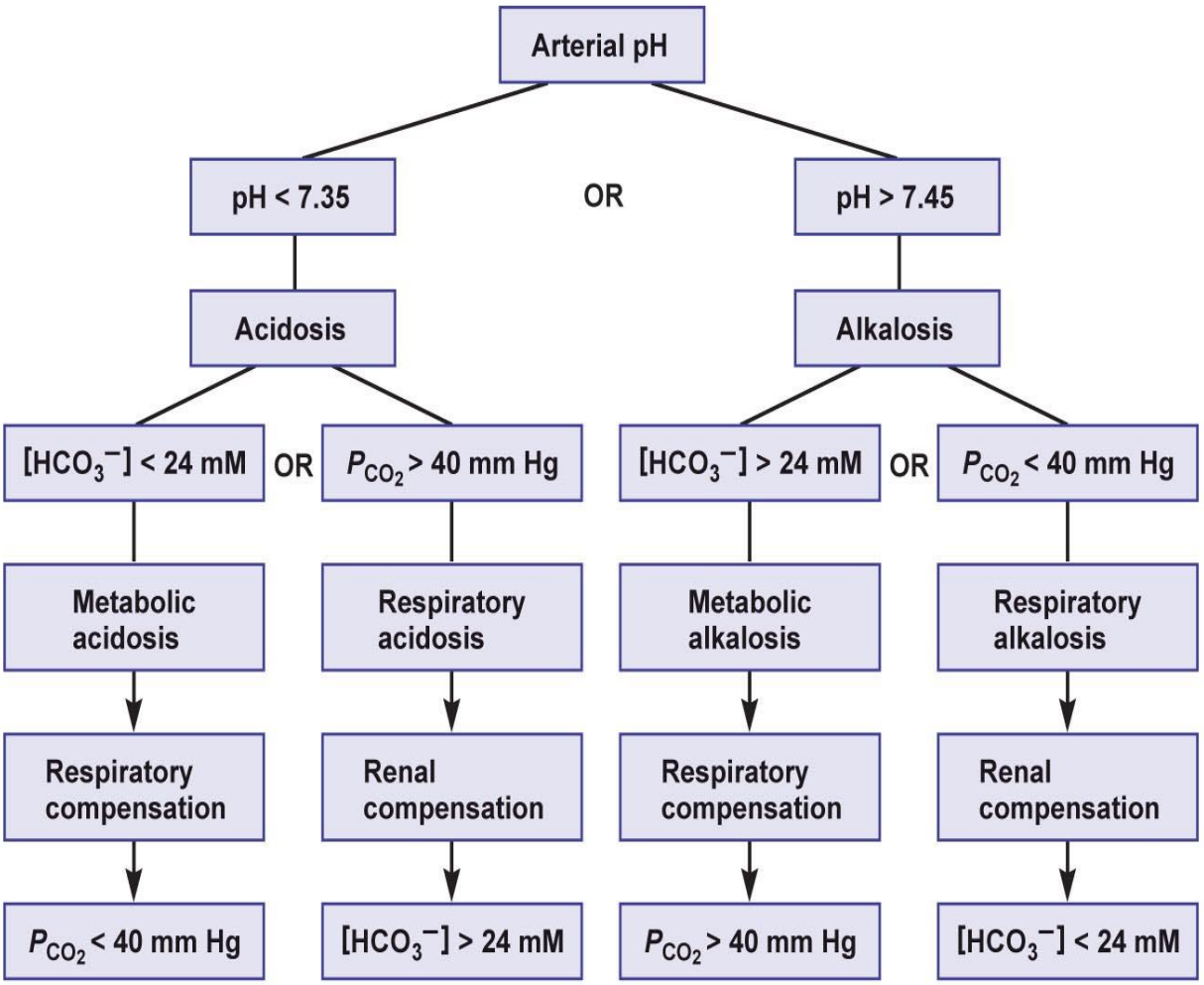
PH=7.4	Normal physiological pH	
PH>7.4	Alkalosis due to ⬆ HCO_3	Metabolic Alkalosis
	⬇ PCO_2	Respiratory Alkalosis
PH<7.4	Acidosis due to ⬇ HCO_3	Metabolic Acidosis
	⬆ PCO_2	Respiratory Acidosis

في عنا :

Metabolic acidosis/ alkalosis : هاي بتصير في حالة التغير في تراكيز ال HCO3- اذا زادت رح تعمل alkalosis اما في حال قلت رح تعمل acidosis

Respiratory acidosis / alkalosis : هاي بتصير في حالة التغير في تراكيز ال CO2 اذا قلت رح تعمل alkalosis اما في حال زادت رح تعمل acidosis

Done by : Aysha Najajrah



© 2011 Pearson Education, Inc.

لما ال PH<7.35 هاي بتعني انو في acidosis لازم نحدد شو نوعه ، يعني هي صارت بسبب نقصان تركيز ال HCO3- ولا بسبب زيادة تراكيز ال CO2 ؟

فلما يكون [HCO3-]<24 هاي بتكون metabolic acidosis

اما لما يكون السبب انو ال PCO2 >40mmHg في هاي الحالة بكون respiratory acidosis بهاي الحالة لازم نرجع ال PH لقيمتها الطبيعية عن طريق انو نرفع تراكيز ال HCO3- هيك منعمل compensation ، دايماً اذا كان الخلل مثلاً في respiratory منحاول نعمل ال compensation عن طريق الجهاز الثاني

ما بصيرو الثنتين مع بعض يعني بس بتصير المشكلة بوحدة منهن

الجسم كيف بدو يحاول يحلها؟

لو حكينا بدنا نعمل compensation ونقلل ال CO2

عشان نرفع ال PH منقلل ال pCO2، ومنعمل hyperventilation ومنقلل ال CO2

طيب مهو مخنوق وعملناله hyperventilation، فهيك بخنقه بزيادة، وهيك أنا ما حليت المشكلة.

Done by : Aysha Najajrah

فالحل إنو ألجأ لل Renal وأحكيلها تحل المشكلة فهي بترفع ال Bicarbonate وبتزيد ال retention اله وبتقلل excretion عشان نرفع ال PH وترجع لل normal فيفضل إنو نلجأ لل compensation لل renal system ونزيد ال bicarbonate.

الجسم بحاول يعمل hyperventilation بس دايمًا ال compensation الي بتصير بالجسم بشكل واضح هي التعويض بالجهاز الآخر.

فمثلاً خلل في ال Respiration هي الي عملت acidosis أو alkaloids بروح لل renal، خلل في ال renal بروح لل Respiratory system.

نبدا خطوة خطوة

ال PH<7.35 أقل من ال physiological PH إذاً acidosis يعني ال PH قلت، شو سببها؟

ال Bicarbonate أقل من 24، لأنه إذا قل ال Bicarbonate بتقل ال PH العلاقة طردية.

أما ال PCO2 هو normal وهاي الحالة منسميها acidosis وال type هو metabolic acidosis

وبسموها acute metabolic acidosis وتعني إنو ال PH قلت لأنه ال bicarbonate قل وال CO2 ضل normal.

طيب لو فحصنا شخص ولقينا ال PH وال bicarbonate وال CO2 كلهم قلّوا؟

هون منعرف إنو الجسم بحاول يرفع ال PH ويرجعها لل normal عن طريق إنه يقلل ال CO2 ويعمل Respiratory compensation، يعني عمنا hyperventilation وقللنا ال CO2، ونزل عن ال mmHg40.

إذا شفنا ال PH وال CO2 وال Bicarbonate قلّوا حكينا هاي metabolic acidosis with respiratory compensation وبسموها chronic لأنهاا الها فترة.

Summary

if PH and bicarbonate are low while CO2 is normal this is acute metabolic acidosis.

if PH, bicarbonate and CO2 are low this is Respiratory compensation called chronic metabolic acidosis.

إذا ال PH قلت وال CO2 زاد وال bicarbonate ضل normal بكون في acidosis لأنه ال PH قلت ونوعها Respiratory، وبتكون acute لأنه ال bicarbonate ضل normal.

Done by : Aysha Najajrah

طيب لو ال bicarbonate زادت محاولة منها لترجع لل normal فهاد برضو Respiratory acidosis لأنه ال CO2 زادت، ولكن منسميها chronic لأنه فيها renal compensation لأنو ال bicarbonate بحاول يرفع حاله عشان يرفع ال PH ويرجع لل normal.

لو ال bicarbonate وال CO2 ارتفعوا شو بكون acidosis ولا alkaloids؟

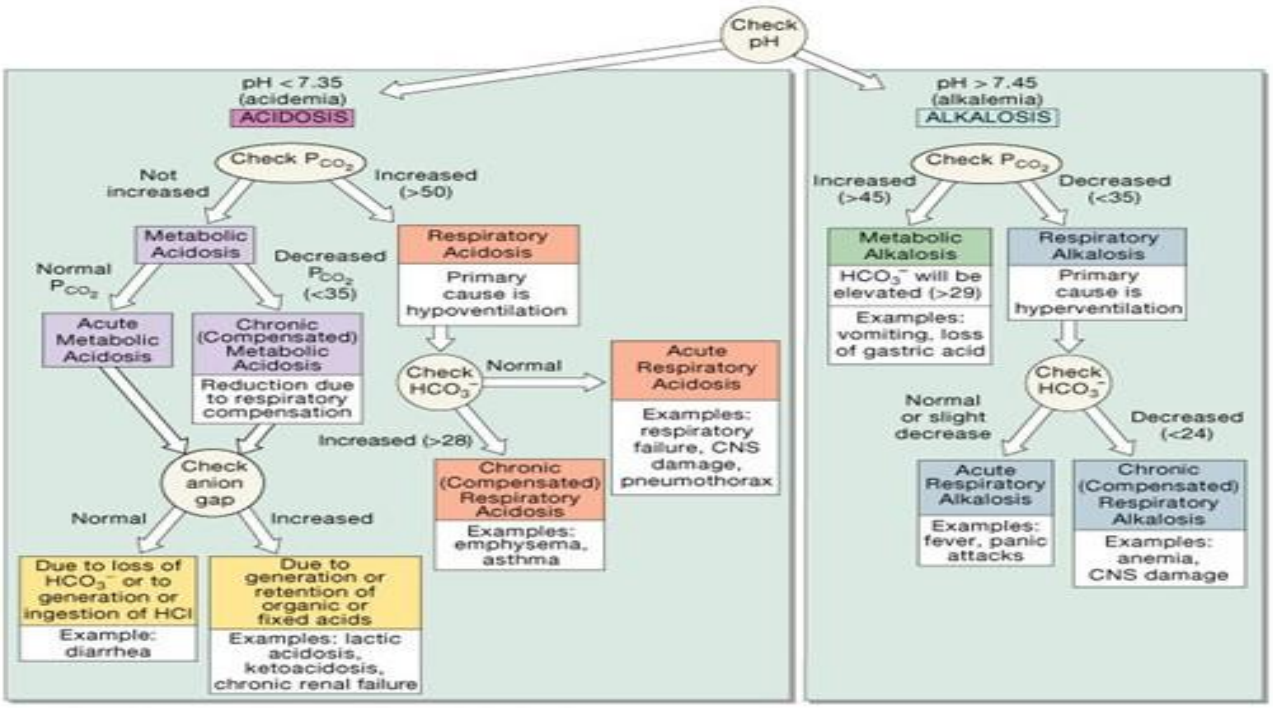
الي بحدد هو ال PH

مثلاً ال PH أقل من ال 7.4 فمباشرة منعرف إنه acidosis، وسببه ارتفاع ال CO2 وال bicarbonate ارتفعت عشان تعمل compensation وسببه Respiratory.

بسم الله الرحمن الرحيم

تفريغ المحاضرة8 شعبة 6 :

*مراجعة للمحاضرة اللي قبل



اول اشي رح نفحصو هي ال PH للدم

✨في حالة انو ال PH طلعت اقل من المعدل الطبيعي بالتالي هاد الشخص عندو acidosis

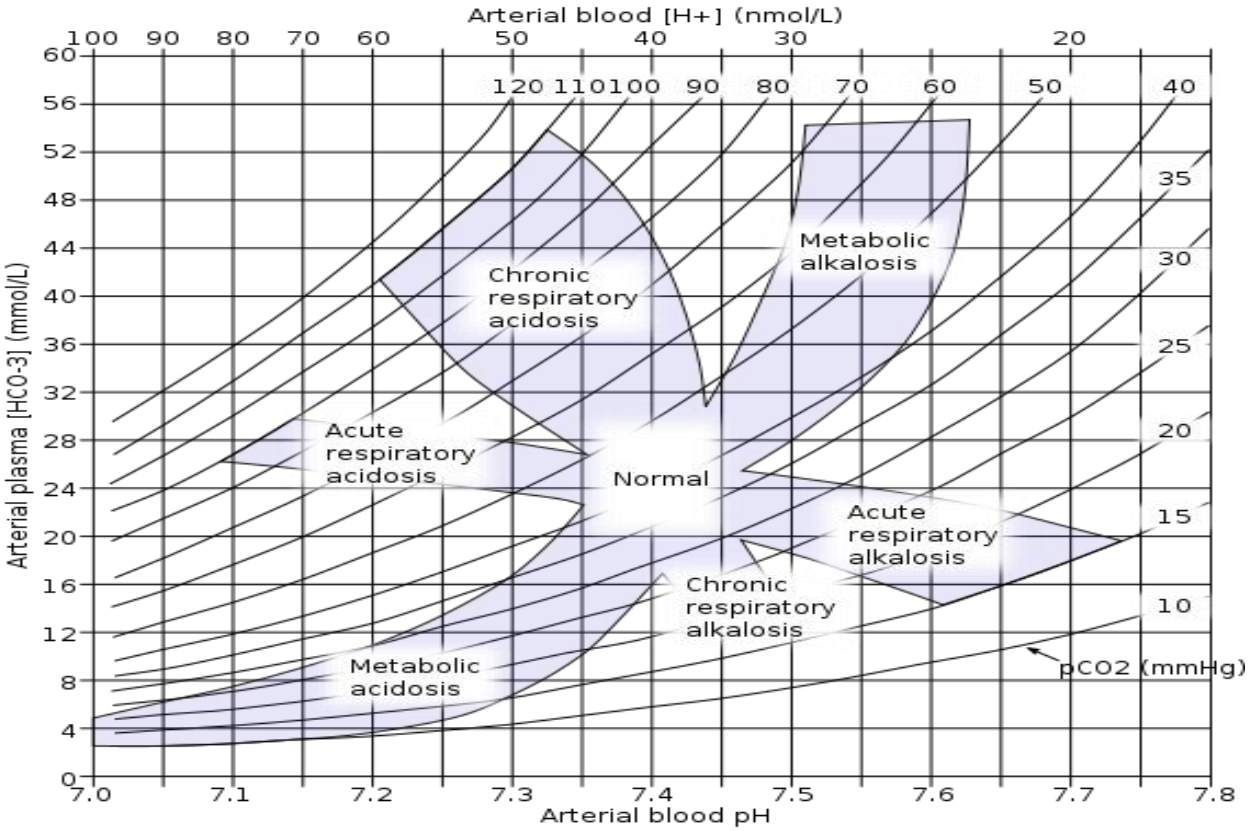
⚡الخطوة الثانية هي اني افحص تراكيز ال CO2 اذا كانت عالية في هاي الحالة بكون السبب هو respiratory يعني السبب في نقصان ال PH هو زيادة تراكيز ال CO2 ، اللي ممكن يسبب زيادة تراكيز ال CO2 أي اشي بعمل اختناق او hypoventilation ، هسا اذا كان ال HCO3- نورمال رح يحاول يرفع ال PH عن طريق زيادة تراكيزو ، بالتالي اذا شفنا انو لسا تراكيز ال HCO3- لساها نورمال ومش مرتفعة منعرف انو عندو acute respiratory acidosis زي مثلاً حدا يصير عندو / respiratory failure CNS damage هاي مشاكل سريعة ما بلحق ال HCO3- انو يرفع تراكيزو ليعدل قيمة ال PH في الدم

اما في حالة انو زادت ال HCO3- في الدم هاي بتكون تحاول تعمل compensation لحتى ترفع قيمة ال PH في الدم هاي اسمها ال renal compensation وبتصير في حالة الشخص عندو / emphysema asthma

⚡اما اذا فحصنا ال CO2 وكان نورمال ما فيه أي زيادة منعرف انو بهاي الحالة بكون سببها هو ال bicarbonate انو قلت تراكيزها وهاي تسمى metabolic acidosis ، في حالة ال acute metabolic acidosis بكون لسا ال CO2 بتراكيزو الطبيعية ، اما في حالات ال chronic metabolic acidosis منشوف انو ال CO2 رح يحاول يرفع ال PH عن طريق انو تراكيزو لل CO2 تقل في الدم

Done by : Aysha Najajrah

✨في حالة انو ال PH كانت اعلى من معدلها الطبيعي بتكون في هاي الحالة alkalosis



صرنا نعرف انو لما قيمة ال PH تكون اقل من 7.4 تكون acidosis اما لما تكون اعلى منها بتكون alkalosis

p.s القيمة الطبيعية لتراكيز ال HCO3- في الدم تقريباً يساوي 24

p.s القيمة الطبيعية لتراكيز ال CO2 في ال arterial blood يساوي 40

نيجي لانواع ال acidosis :

🔥ممكن يكون سببها metabolic acidosis يعني صرنا نعرف انو بهاي الحالة بكون تراكيز ال HCO3- قليلة ، يعني بتكون قيمتها اقل من 24

🔥اما في حالة كان السبب انو تراكيز ال CO2 عالية بكون اسمها respiratory acidosis اللي بتكون فوق ال 40 ، و ممكن تكون acute بهاي الحالة تراكيز ال HCO3- بتكون طبيعية (يعني ما بتزيد عشان تعدل قيمة ال PH)يعني بتكون تراكيز ال CO2 اعلى من 40 اما تراكيز ال HCO3- تساوي 24 ، اما في حالة ال chronic بتكون تراكيز ال HCO3- زايدة لحتى تحاول ترفع قيمة ال PH بالتالي تراكيز ال CO2 بتكون اعلى من 40 وكمان تراكيز ال HCO3- اعلى من 24

أنواع ال alkalosis:

Acute : تراكيز ال CO2 اقل من الطبيعي اما ال HCO3- بوضعها الطبيعي

Done by : Aysha Najajrah

Chronic : تراكيز ال -HCO3& CO2 اقل من الطبيعي

هسا مثلاً الجسم دخل في ال acidosis بالتالي كمية البروتونات في الدم اكيد رح تزيد ، الجسم حتى يحل هاي المشكلة رح يستخدم جهازين في الجسم اللي هم: respiratory system + renal system وكمان رح تساعدهم ال buffers

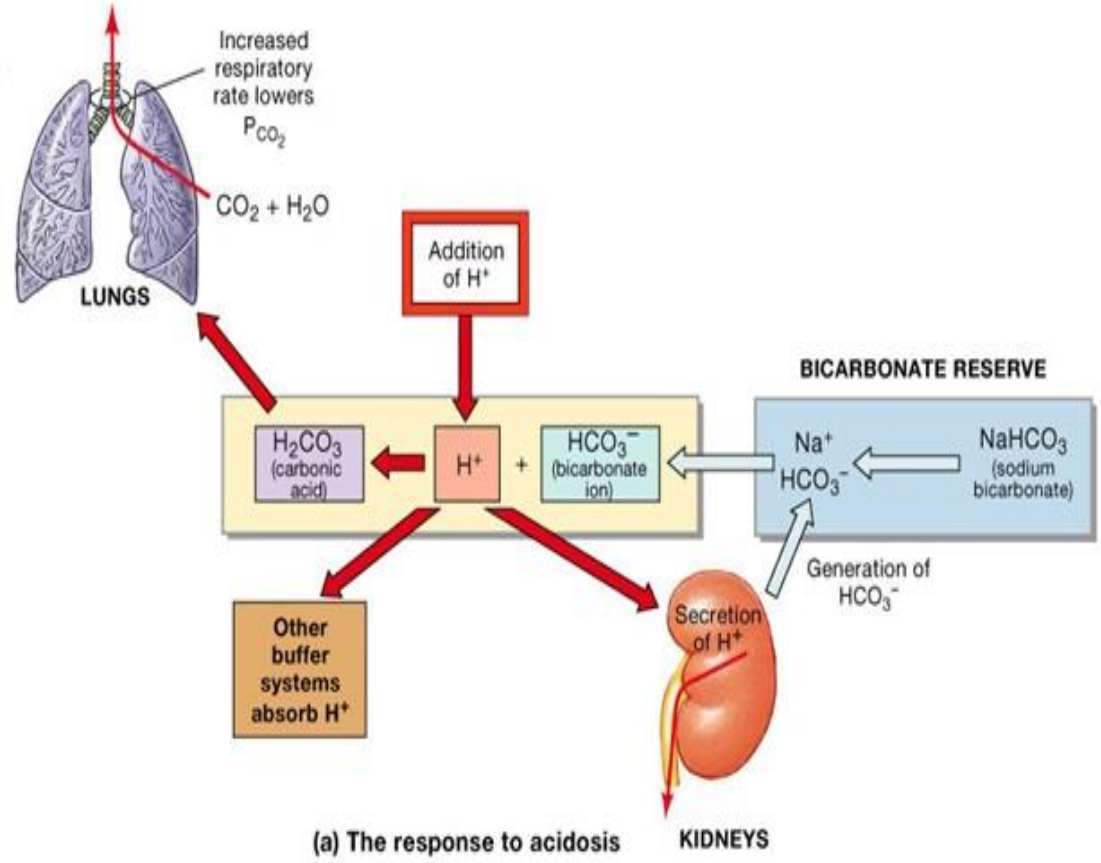
الجسم بعرف انو صار عندو acidosis عن طريق ال chemoreceptors وبالتحديد ال peripheral اللي رح تحس بزيادة البروتونات في الدم اللي رح تأثر بعدها على مراكز التنفس في الدماغ اللي رح تأثر بدورها على عضلات التنفس ورح يصير عندو hyperventilation لحتى نقلل تراكيز ال CO2 بالتالي لما تقل تراكيزو التفاعل رح يتجه نحو انتاج CO2 + H2O وهاد ال CO2 اللي نتج من التفاعل عن طريق ال hyperventilation رح يتم التخلص منو

p.s الزيادة من ال -HCO3 رح ترتبط مع ال +Na وتكون NaHCO3

هسا عنا ال renal system هاد رح يقلل البروتونات في الجسم ويزيد تراكيز ال -HCO3 ، الكلية بتصير تتخلص من البروتونات وتصنع ال -HCO3 عن طريق خلايا موجودة في الكلية وهي مخصصة لانتاجو بتمسك ال , CO2 و بوجود الماء رح تصنع ال -HCO3 ورح تطلعو على الدم،

اما البروتونات ف رح يتم التخلص منها عن طريق خروجها مع ال urine

لنفرض مثلاً شخص مختنق لانو عندو اشي في ممرات الهوا ومسكرهم في هاي الحالة ما رح يقدر يعمل hyperventilation فبالتالي رح يكون اعتمادو الوحيد على الكلية في انها تصنع ال -HCO3 وتطلعو على الدم وتتخلص من البروتونات في ال urine



Done by : Aysha Najajrah

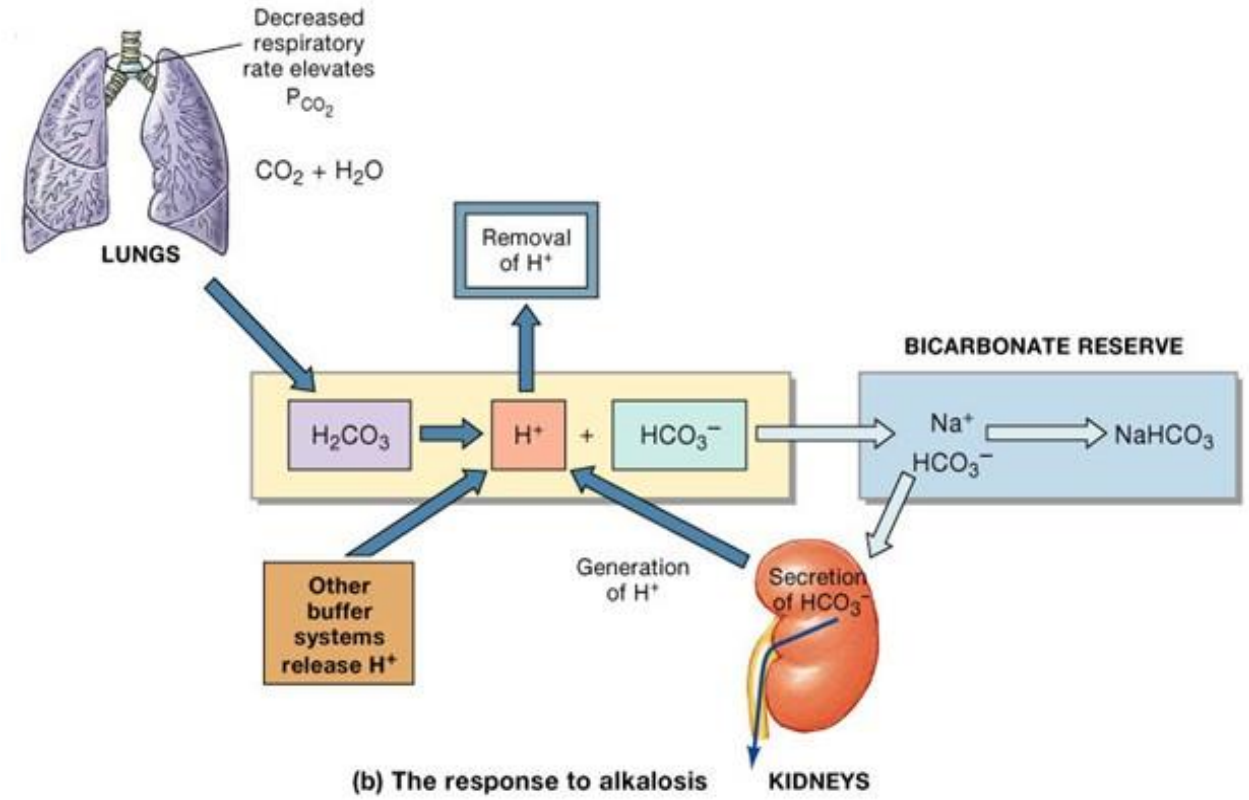
في حالة الجسم دخل في حالة alkalosis يعني البروتونات قلت بهاي الحالة بتصير ال buffers تعطي H+ للدم حتى تحاول ترفعها في الدم

هسا دور الكلية رح يختلف رح تصير تصنع بروتونات وتتخلص من ال HCO3- في ال urine

في عنا خلايا متخصصة في الكلية بتشتغل في حالة ال alkalosis اللي رح تصنع من ال CO2+H2O رح تعطينا H+ + HCO3- ، هسا المختلف انو ال transporter اللي كان ينقل ال HCO3- من الخلية للدم اتجاهو بهاي الحالة صار نحو ال urine بالتالي بدل ما ال HCO3- يطلع للدم رح يطلع لل urine وهيك بتم التخلص منو ، اما قنوات البروتونات بتكون باتجاه الدم بالتالي رح يطلع للدم وبحاول يعدل قيمة ال PH

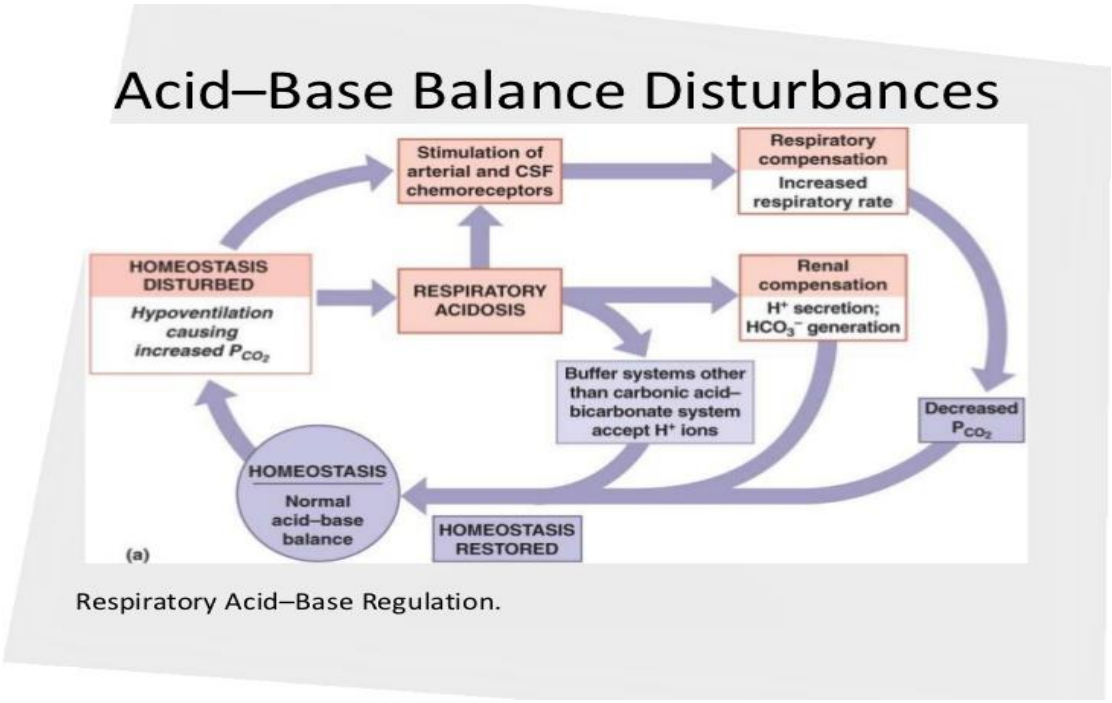
p.s نسبة الخلايا اللي بتشارك بالعملية لما يكون الجسم في حالة acidosis اكثر بكثير من اللي بتشارك لما يكون الجسم في حالة alkalosis ، وحتى انو في حالة ال acidosis الخلايا اللي المفروض تعمل في حالة ال alkalosis رح تتحول وتصير تشتغل كمان في ال acidosis ، لانو الجسم معروض لحدوث ال acidosis اكثر من ال alkalosis

هسا بالنسبة لدور الجهاز التنفسي في حالة ال alkalosis اول اشي رح تحس ال chemoreceptors بالتغيير بالتالي رح تبعت إشارة لمراكز التنفس في الدماغ اللي بدورها رح تأثر على عضلات التنفس ورح يصير hypoventilation حتى تزيد نسبة ال CO2 في الدم وبالتالي لما تزيد رح يتجه التفاعل نحو انتاج البروتونات ولما تزيد نسبتها بالتالي رح تقل قيمة ال PH



(b) The response to alkalosis

Done by : Aysha Najajrah



Respiratory Acid–Base Regulation.

معطينا هاد المثال لشخص عندو hypoventilation يعني رح يزيد تركيز ال CO2 وبالتالي رح تقل ال PH يعني رح يدخل هاد الشخص بحالة acidosis وهاي سببها واضح وهي respiratory acidosis

المفروض منعرف انو الزيادة في تركيز ال CO2 بحس فيها ال central + peripheral chemoreceptors اللي رح يروحو لمراكز التنفس ويحاولو يعملو hyperventilation لحتى يتم التخلص من الزيادة في ال CO2 وهاي الطريقة اسمها respiratory compensation بس لما يكون الشخص أصلا عندو hypoventilation بسبب اشي مسكر ممرات الهوا هاي الطريقة بتكون ع الفاضي

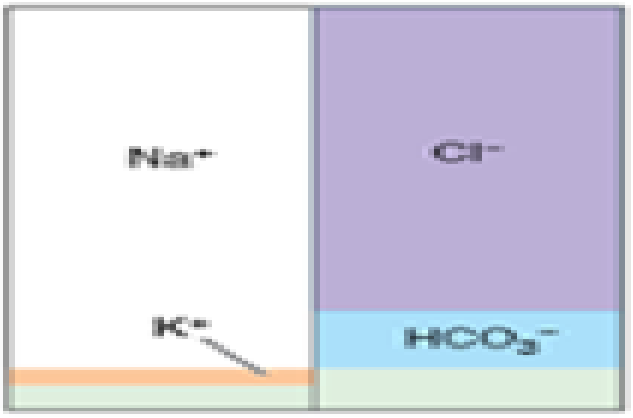
بصير الاعتماد على الكلية بهاي الحالة عن طريق انها تتخلص من البروتونات باخراجها مع ال urine وانها تنتج ال -HCO3 وتطلعو على الدم

في حالة صار hypercalcemia(cl) /hyperkalemia(k) / hypernatremia(Na) او انو صار hypo

هاي الايونات اللي هي : Cl-/Na+/K+ هاي لما تختلف تراكيزها رح تأثر على ال PH

Done by : Aysha Najajrah

في عنا ال GAMBLE'S DIAGRAM:



بحكيلنا انو لو اخذنا كل تراكيز الايونات الموجبة وكل تراكيز الايونات السالبة دايما بتكون تراكيزهم ال total متساوية لانو الجسم دايما بحاول يعمللهم hemostasis بانو يخليهم متساوية وانو في حالة وحدة منهم قلت عن ال 153 الثانية كمان رح تقل واذا زادت وحدة الثانية برضو رح تزيد

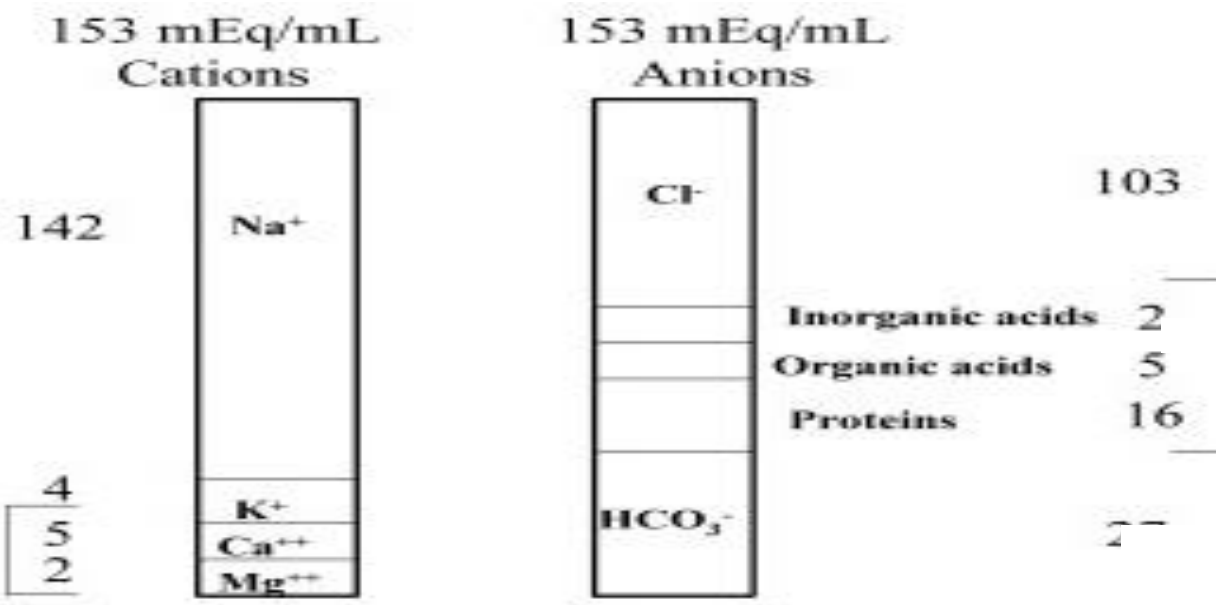
هسا مثلاً قل تركيز ال Na+ في الجسم بالتالي كمان ال anions رح تقل بس أي واحد رح يقل فيه ؟

الجسم اسهل اشي عليه انو يلعب بتراكيز ال HCO3- بالتالي هي اللي رح تقل

يعني في حالة انو صار hyponatremia يعني قل الصوديوم في الجسم رح يقل تركيز ال HCO3- بالتالي رح تقل ال PH ورح يصير عن الشخص هاد metabolic acidosis

اذا يوجد علاقة بين ال electrolyte و ال PH عن طريق ال HCO3-

اما في حالة زاد الصوديوم رح ترتفع ال HCO3- ورح يدخل الشخص ب metabolic alkalosis



Done by : Aysha Najajrah

في حالة انو ال Cl- هي اللي قلت ، برضو الشغل رح يضل على ال HCO3- اللي رح تزيد في هاي الحالة ورح يدخل الشخص في metabolic alkalosis

في حالة انو الشخص صار عندو hyperkalemia يعني زاد تركيز ال K+ في الدم احنا منتوقع انو رح يزيد ال HCO3- ويصير عند الشخص metabolic alkalosis بس لا ما بصير هيك ، اللي بصير كالتالي العملية رح تحدث بالعكس ، انو لما يرتفع ال K+ الصوديوم تلقائياً رح يقل والسبب هو – sodium potassium pump واللي بتعمل ع مبدأ انو اذا زاد البوتاسيوم رح يقل الصوديوم ، واحنا صرنا نعرف انو اذا قل الصوديوم رح يقل ال HCO3- وبهيك الشخص رح يدخل بحالة metabolic acidosis

---

صرنا عارفين انو ال respiratory acidosis بتصير بسبب انو تراكيز ال CO2 زاردت بالتالي رح تقل ال PH

طب شو الأشياء اللي بتصير بجسمنا واللي رح ترفع تركيز ال CO2 في الدم ؟

🔥 hypoventilation بسبب مشاكل في التنفس وبالتالي رح ترتفع تراكيز ال CO2 بالجسم زي مثلاً ال alveolar ventilation فيها خلل وبالتالي ما بقدر يتنفس منيح ولا يعمل exchange منيح

🔥مراكز التنفس ما عم تشتغل منيح ، في اشي عامللها depression زي مثلاً مواد التخدير كمان ممكن بسبب ال morphine toxicity

🔥 Injury to respiratory muscles واللي رح تؤدي لصعوبة في التنفس

🔥 Functional disorders of the lungs (emphysema, fibrosis, pulmonary edema) هاي الامراض رح تأثر حسب ال severity لالها

🔥 Increase in physiological dead space بالتالي اقل alveoli عم تشتغل وبهيك اقل exchange وبالتالي رح تصير تراكيز ال CO2 في الدم عالية

🔥Anaemia (decreased Hb, RBC and blood volume)

عنا أسباب ال respiratory alkalosis اقل :

🔥 أي إشارة بتنشط مراكز التنفس رح تعمل hyperventilation واللي رح يسبب respiratory alkalosis زي مادة ال amphetamine

🔥 Epinephrine agonist رح يوسع ممرات الهوا (bronchodilation) اللي بتم افرازو من ال sympathetic

🔥Ach antagonist هاي رح توسع ممرات الهوا ، اما في حالة كان استيل كولين هاد رح يعمل bronchoconstriction

🔥Small amount of O2 in the air

🔥Hysteric cases

Done by : Aysha Najajrah

Cyanosis اكثر هي باثولوجي ، وهي انو لما ينولد الطفل وعندو ثقب في القلب رح يصير الدم النظيف يختلط مع الدم اللي مش نظيف

Pneumonia سواء كان سببها بكتيريا او فيروس اللي بتصيب الرئتين وبتعمل inflammation وال total surface area رح تقل بالتالي رح يقل ال diffusion rate بالتالي الجسم بصير عرضة لينصاب ب hypoxia or hypercapnia

Asthma تأثيرها اكثر بكون في ممرات الهوا انو بصيرلها تضييق بالتالي رح تزيد ال resistance وبهيك بصير صعوبة في ال ventilation بالتالي الشخص المصاب فيها بصير يحتاج لجهد اكبر حتى يتنفس طبيعي وبتعب بسرعة

من الأشياء اللي بتعمل bronchoconstriction اللي هو الاستيل كولين واللي بتم افرازو من ال parasympathetic ، كمان لما ينعمل Inhibition of Sympathatic

Decrease adrenergic activity/ decrease adrenaline/ injection of adrenaline
beta-2 receptor antagonist

Histamine like compounds

Leukotriens C4 and D4

Deacrese PCO2

كل هاي الأشياء بتعمل bronchoconstriction

⚡الشخص المصاب ب asthma رح يدخل نفس الكمية من الهوا اللي بدخلها أي شخص طبيعي لكن بمجهود اكبر ، اما ال MBC test رح يقل عندو لانو بسرعة رح يتعب

كمان أي اشي بحتاج ل force رح تقل زي ال force vital capacity /force expiratory volume هدول رح يقلو

ال vital capacity الدكتورة حاطة بالسلايد انها ما رح تتأثر لكن في بعض الكتب اللي ذكرت انو هي من الأشياء اللي رح تقل في هاي الحالة

اما الأشياء اللي بتزيد عند الشخص المصاب بال asthma عنا ال residual volume اللي هو الهوا اللي بضل بالرئتين وما بطلع للخارج بالتالي ال functional residual volume عندو بتكون عالية ، كمان ال resistance من الأشياء اللي بتزيد عند الشخص ، ال total lung capacity رح تزيد لانو ال functional residual volume زاد

كل الشرح كان عن لما تكون at sea level اما المرتفعات رح يكون التنفس مختلف وكل الأرقام رح تكون مختلفة

كل ما زاد الارتفاع ال ATM pressure رح يقل ورح يقل الاكسجين ورح تأثر على باقي القيم

لما يكون الارتفاع اكثر من 5400 متر رح يكون ال ATM PO2 قليل جداً

هسا الجسم اول فترة في المرتفعات اكيد رح بتأثر لانو كمية الاكسجين بتكون قليلة مقارنة مع ما هو متعود لكن بعد فترة من العيش في المرتفعات رح يتعود ويرجع القيم طبيعية

Done by : Aysha Najajrah

اول فترة التواجد في هاي المناطق العالية ، رح يبلش الشخص يعمل hyperventilation مش لسبب مرض او مشكلة بالرئتين ، هاي المرة السبب هو انو تراكيز الاكسجين في الخارج كثير قليلة

ال hyperventilation هي محاولة لرفع نسبة الاكسجين في الدم لكن في هاي الحالة ما رح يرتفع لانو بالاصل تراكيزو في الجو قليلة

كمان تراكيز ال CO2 رح تقل كثير يعني رح يصير عند هاد الشخص respiratory alkalosis وكمان عندو hypoxia نقص في الاكسجين

هسا نقص ال CO2 وارتفاع ال PH هاي رح تأثر على ال dissociation curve بتعمللو shift to the left

هسا هو منيحة انو at low atm po2 رح يكون الارتباط قوي بين الهيموغلوبين والاكسجين بس بكون كثير قوي وما بفلت لما يوصل الانسجة والخلايا

هسا الجسم رح يحاول يعمل adaptation عن طريق انو يعمل للمنحنى shift to the right ، اكثر عامل رح يساعدنا في العملية هو زيادة 2,3 DPG production by RBC↑ وهاد بصير بعد ساعات لايام من تواجد الشخص في المرتفعات

⚠ نقص الاكسجين الحاد اللي بصير بسبب التواجد في المرتفعات بحفز الكلية انها تفرز هرمون اسمه Erythropoietin هاد الهرمون المسؤول عن انتاج خلايا الدم الحمراء واللي احنا منحتاجو بكميات كبيرة لانو فيه بروتين الهيموغلوبين وبهيك رح توصل كمية دم اكبر للخلايا

hematocrit هو عدد خلايا الدم الحمراء في الدم

زيادة عدد خلايا الدم الحمراء رح تأثر على لزوجة الدم وتزيدها بالتالي رح تزيد ال resistance بالتالي رح يقل ال blood flow بالذات اللي بكون باتجاه الدماغ بالتالي كمية الدم اللي رح توصل الدماغ بتقل(cerebral BF) ، عشان هيك بتعبو