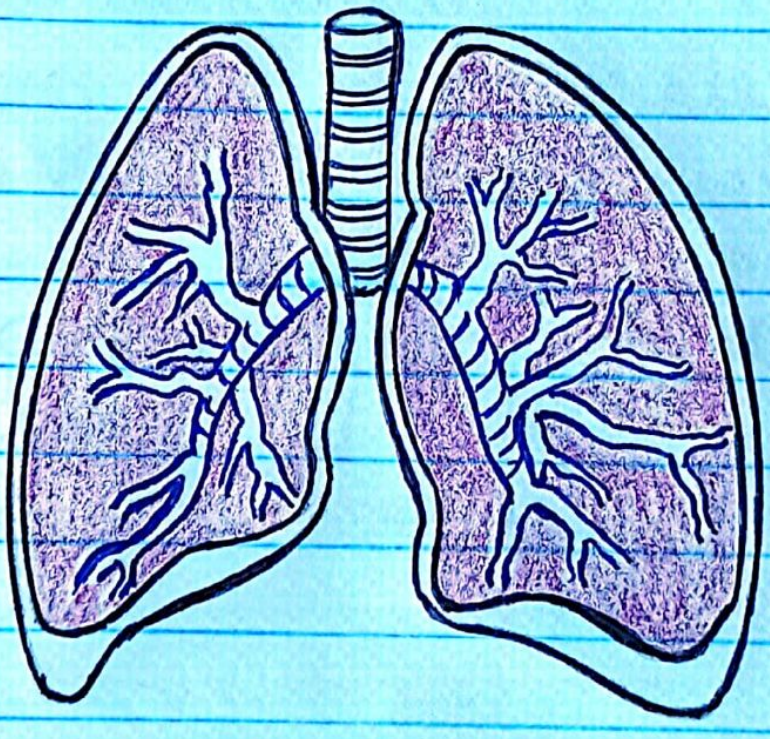
* بسم الله الرحمن الرحيم *

⇒ Respiratory system...

- Physiology of respiratory system.



قال - تعالى - :

" وَأَنَّهُ لَيْسَ لِلْإِنسَانِ إِلَّا مَا سَعَىٰ "

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Respiratory system : Physiology

* Lecture 2: Surfactant, lung Volume, & Capacities.

- Surfactant.

The lungs to recoil for two reasons:

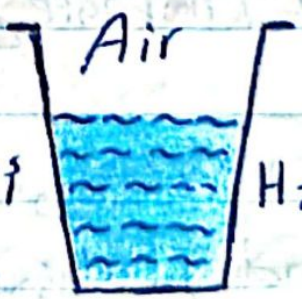
① elasticity ② surface tension of fluid lining alveoli

كل جزيئة بتجاذبها وبتحاول بشكل دائرة ومع التجاذب الدائرة بتحاول elasticity وهادا ضعف الـ

هادا الـ surface tension قوي جداً بحيث إنو ممكن يعمل lung collapse و الـ lung expansion بصير صعب جداً عشان هيك لازم منه وجود شيء يضعف هادا الـ surface tension والمادة اللي هي الـ (surfactant)

تضعف الـ surface tension بالتالي بتقلل الـ Recoil وبتسهل عملية الـ (expansion)

* لو حطينا إبرة حديد على سطح المية تطفو على الماء على الرغم من كثافتها أكبر من كثافة الماء بسبب الـ (surface tension)



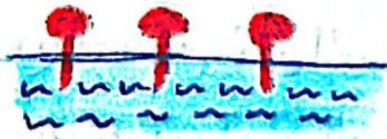
بسبب قوة الـ (surface tension) هو إنو عند سطح المية (مية في مواجهة الهواء) (Air - H_2O interphase) يوجد بين الجزيئات تتجاذب بقوة كبيرة بتسميها surface tension
عشان نقلل الـ (surface tension) بنحتاج شي يطفو فوق سطح المية ويعزلها عن الهواء
لـ وهاد بيتجمع دور الـ surfactant اللي هو عبارة عن lipid ويطفو على سطح الماء بالتالي بدل ما كان الهواء في مواجهة مع سطح المية، أصبح في مواجهة مع الـ surfactant وهادا بيقلل الـ surface tension إلى النصف أو 1/2

⇒ Chemical nature of surfactant:

- Phospholipid عشان يطفو على سطح المية ويقلل الـ (surface tension)

← الـ Phospholipid اللي بيشتغل كـ (surfactant) هو الـ (Lecithin) ـ

- Hydrophobic ← لـ يتكون من جزيئين
- Hydrophilic ←
  - "Phosphate group (PO_4^-)



بما إن الـ lecithin عبارة عن lipid ← بيتجمع فوق سطح المية
بيقلل من خصائص مكونات الـ surfactant لازم يكون
spreading factor عشان تنتشر فوق سطح المية وتفصلها تماماً عن الهواء.

الـ spreading factor عبارة عن جزيئ ع!
(surfactant apoprotein) (Ca++ ions)؟!
طيب ليش اخترنا الـ lecithin تحديداً ؟!
خلال الـ Respiration بيكون عم اطلع جوا الـ lungs
نتيجة الـ Insp. والـ Exp. ، والـ lecithin نتيجة
لتكونه من جزيئين Hydrophilic / Hydrophobic
هادا بخليه زي المطار مدفوق في المية وبالتالي
بيتحرك مع الهواء وبيضل يطفو على سطح الماء..

- Origin:
  Alveolar epithelium حكينا في نوعين من خلايا الـ
  → Type I: "Flat"
  ↳ For gas exchange.
  → Type II: "Cuboidal"
  هي اللي بتعمل الـ surfactant
  وبتكون الـ surfactant في داخلها على شكل حبيبات
  (Granular Pneumocytes) عشانه هيك بنسميها

- Functions of surfactant:
  (1) To decrease the surface tention of fluid lining the alveoli ⇒ -- Recoil tendency
  (expansion of Lungs) وبالتالي بسهل الـ

ميكانيكياً أخطر .. إنو يصير Collapse لـ (Large alveoli) ولا لـ (Small alveoli) خلال الـ (Expiration) ؟!
الأكثر عرضة إنو يصير لها Collapse هي الـ (small alveoli) وهاد ابناءً على (Laplace law) اللي أخذناه في الـ CVS.

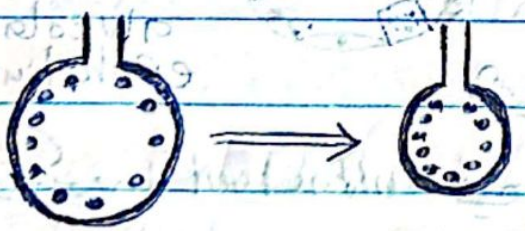
Laplace law $\Rightarrow \frac{T}{2} = P * r$

$\frac{T}{2}$ Represents surface tension

T الـ Tension اللي عكس يغير أنبوب معين بعقدار شغلتين أولاً الـ Pressure وثانياً الـ Area العرضة للضغط كل ما كانت الأنبوبة واسعة يعني Area أكبر بتكون عرضة الـ Pressure .. ويعبر عنها بالـ (Radius)

$T = P * R \Rightarrow P = \frac{T}{r}$

(r) في الـ (small alveoli) صغير وخلال الـ Exp. بيصغر أكتر بيقى الـ (Collapsing Pressure) بزيد



في خلال الـ Exp. لما يصغر حجم الـ Alveoli .. حبيبات الـ surfactant بتقرب من بعض

During expiration $\Rightarrow$ ++ Concentration of surfactant

بيقى في الـ (small alveoli) بزيد الـ (Collapsing Pressure) بسبب نقصان الـ (r) وبكس بعض فيها زيادة تركيز الـ (surfactant)..

ثاني وظيفة الـ surfactant هي ✓

② To Prevent Collapsing of small alveoli during Exp.

③ To Prevent Pulmonary edema.

بيمنع إنه السيال تدخل داخل الرئة.

• every alveolus is surrounded by a capillary.

(exchange of gases) وهاد بيصير الـ

في حكينا إنه الـ surface tension إنو كل Alveoli مبطنة بـ fluid وكل جزيئة بتجاذبوا لبعضهم البعض ... بنفس الوقت بيصير تجاذب بين جزيئات الـ fluid المبطنة للـ Alveoli وجزيئات الـ H_2O في الدم الموجودة في الـ Capillary وهادا بيؤدي إنه الـ Alveoli تمتلئ بالسيال ← Pulm. edema

The Person drowns in his own body water.

يعني لما تقل الـ surface tension بتقل مرة حدوث Pulm. edema

Surfactant defeciency:

① Respiratory Distress syndrome (RDS)

لما يتنقص الـ surfactant ... المريض بيكون عنده مشكلة برفع الـ Alveoli كانوا زمان بيسموه (Hyaline membrane diseas) لإنه الـ Alveoli بتكون مبطنة بـ membrane بتكون مكونة من بروتين عامل Glass-like

* هادا المرض لا يصيب إلا الـ (Premature Babies).
← الـ surfactant يبدأ تكوينه في الأسبوع 24 من الحمل
ويوصل لكمية كويسة في الأسبوع الـ (35) وهادا تحت
تأثير هرمون الـ (Cortisol) - لذلك نوعهم لـ maturation of surfactant
- الـ Cortisol بيطلع بكميات معتبرة لما يكمل نمو الجنين
يعني لو جنينة استعجل ونزل بدري بيتم فش عنده
surfactant يعني (Cortisol) لـ (maturation) صار شي
فممكن يصاب بالـ Respiratory distress syndrome

* How to diagnose RDS ?!
الـ surfactant قليل يعني الـ Lecithin قليل
بزوح نشوف النسبة بين الـ Lecithin والـ sphyngomylein
في الطبيعي بتكون نسبة الـ Lecithin إلى sphyngomylein
أكتر من ٢ :

In RDS ⇒ Licithin / sphyngomylein < 1

• مين بيجيب العينة ؟!
بنجيبها من الـ (Amniotic Fluid) يعني
منأخذ عينة من الـ Am كإنك أخدت عينة من الـ Fluid اللي
جوا الرئة لأنه الـ Baby بيكون شارب من الـ Fluid جوا الرئة
وبتنفث من الـ (Umbilical Cord)

مش كل الـ Premature babies بيصير معهم RDS
بس فقط اللي يولد وزنه أقل من (1Kg)

② 100% O_2 for long time

نسبة الـ O_2 في الجو 21% وهي النسبة المثالية .. تخيل لو واحد بتعمله (Cardiac surgery) وحطيناه داخل O_2-tent أو استخدمنا O_2 pump .. نسبة الـ O_2 العالية هاي بتقلل مقدرة الـ Alveolar epithelium إنها تصنع الـ (surfactant).

③ Occlusion of Pulm. artery or main bronchus.

الخلية عشان تطلع surfactant بكمية كافية لازم يجيلها دم كافي من الـ Pulm. artery وهواء كافي من خلال الـ (major bronchus)

④ Cigarette smoking..

⑤ Hypocorticism.. نقص هرمون الـ Cortisol

(Adrenal Cortex) بيعمل (Cortisol) لأنو طالع من

⑥ Hypothyrodism.. نقص هرمون الـ thyroxine

⑦ Hyperinsulinism زيادة مستوى الـ Insulin

(Diabetic mother) عند الـ Insulin نتيجة نقص الـ

(Baby) بيزيد عندها الـ Glucose وبينتقل عبر الـ placenta لـ

فزاد الـ Glucose عند الطفل .. عشان يقلل الـ Glucose

بيزود إفراز الـ (Insulin)

∴ Hyperinsulinism in babies born to diabetic mothers.

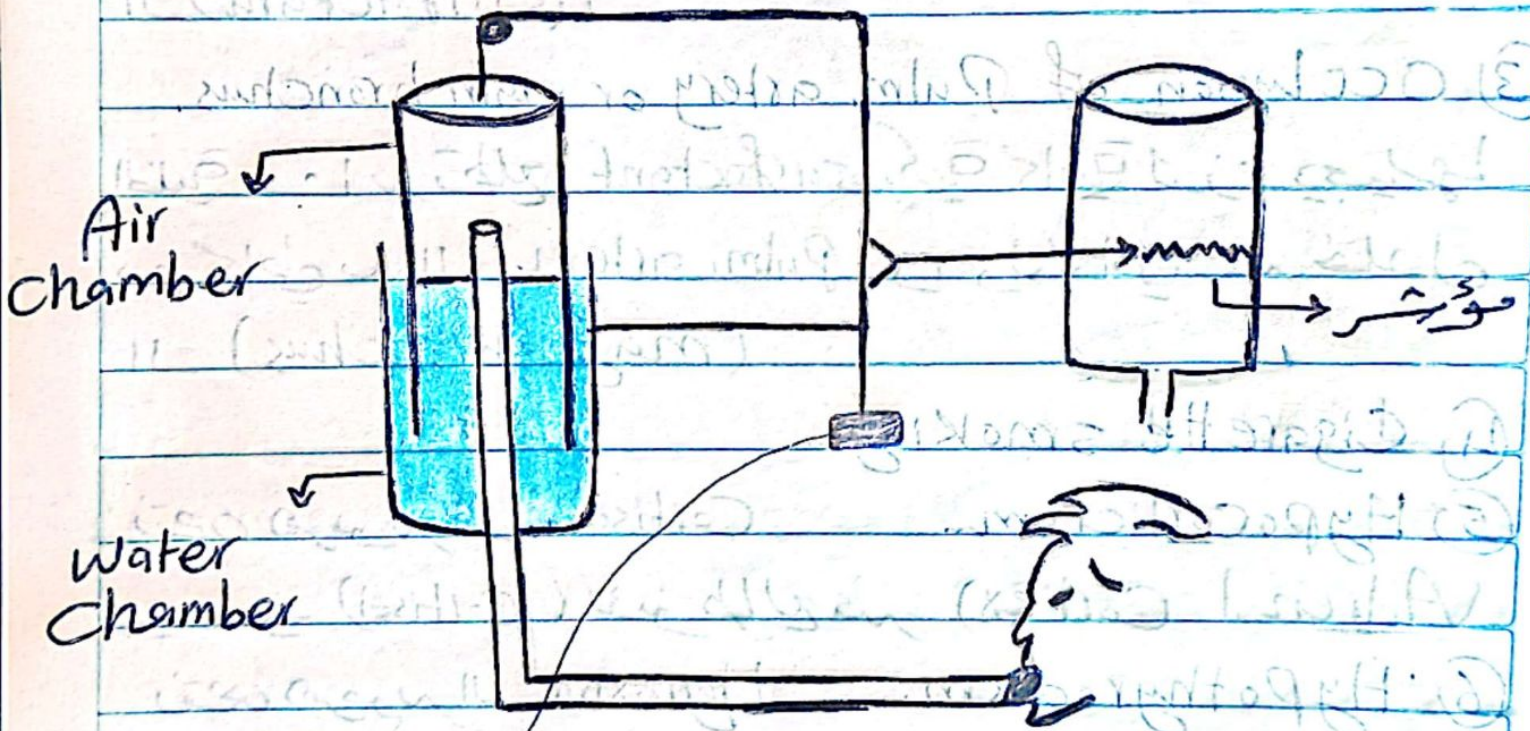
Lung Volumes & Capacities

=> Four Volumes & Four Capacities

(Capacity) عبارة عن أكثر من (Volume) 2<

=> Technic of spirometry

والجهاز المستخدم (Spirometer)



لما تتنفس الوعاء اللي فيه هواء حيزل
لـ بالتالي الثقل + المؤشر بيرتفعوا الفوق
وبالعكس لما During Exp. ~ الوعاء اللي
فيه هواء بيرتفع، والمؤشر والثقل بينزلوا

هادا الثقل
بيمنع إنو
الـ Air Chamber
يغطس في الميا

• Volumes of the lung:

① Tidal volume: The volume inspired or expired each cycle during rest. "500

هي بهذا الاسم نسبة لـ (Tide) اللي هو المد و الجزر اللي بيصير على سطح البحر..

Normally الرئة فيها هواء.. فيها 2300 c.. واحنا بزود عليهم 500 في الـ Insp. وبنطلع 500 في الـ Exp. فبتصل زي ظاهرة المد و الجزر..

⇐ هل الـ 500 هي أقصى Volume بقدر آخده؟!

ممكن ناخد زيادة عليهم 3000 ⇐ صدول بسميهم

↳ Inspiratory reserve volume (احتياطي الشهيق)

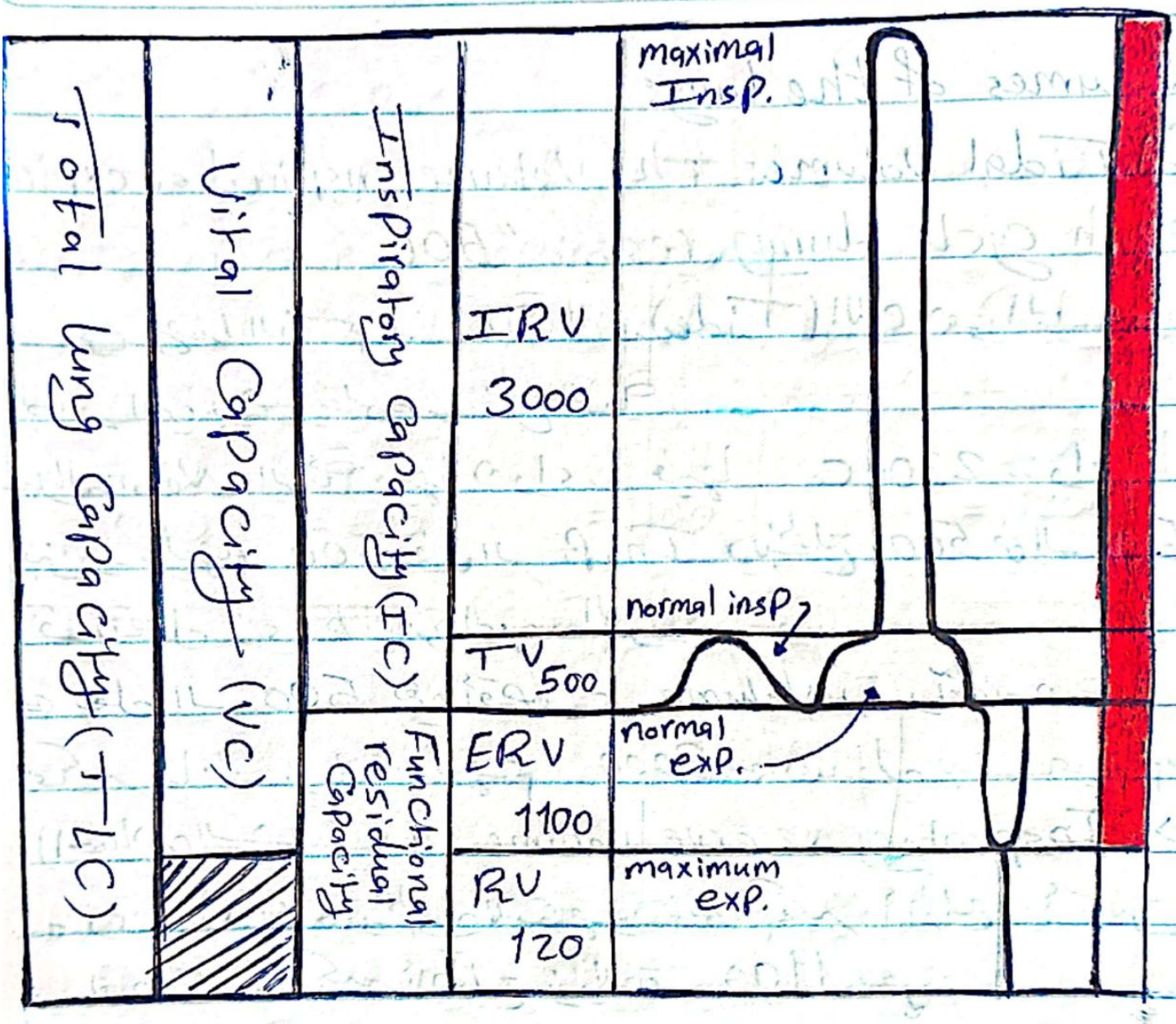
⇐ زي ما في احتياطي للشهيق.. ممكن أطلع أكتر من الـ 500.. ممكن أطلع زيادة 1100 ⇐

Expiratory reserve volume.

حتى بعد ما تطلع الـ (1100) بيضل في الـ Volume في الرئة Residual volume = 1200 ⇐ يمكنه إنك تطلعه

1. Tidal volume: (TV) = 500
2. Inspiratory reserve volume: (IRV) = 3000
3. Exspiratory reserve volumes (ERV) = 1100
4. Residual volume: (RV) = 1200

↳ The volume that remains after maximum forced expiration.



* Lung Capacities :

© Inspiratory Capacity (IC) سعة الشهيق

في ال Normal Insp. بناخد 500 وبقدر ناخده بعد يوم 3000

∴ Insp. Capacity = TV + IRV

= 500 + 3000

IC = 3500

(2) Functional residual capacity: (FRC)

في الوضع الطبيعي احنا بنطلع 500 وعنا القدرة إنو نطلع كمان 1100 ويكمل Normally بنطلعهاش

ف المتبقي الحقيقي هو الـ 1100 اللي بنقدر نطلعها ويكمل بنطلعهاش + الـ 1200 اللي بنقدرش نطلعها..

∴ FRC = Residual V. + Expiratory reserve V.

= 1200 + 1100 = 2300

↳ The volume that remains after normal Exp.

(3) Vital capacity: (VC)

→ The maximum volume of air that can be expired after maximum inspiration.

في الأول باخد Maximum Insp. اللي هو 6000 بعديه بطلع الـ 3000 بعديه 500 بعديه الـ 1100 يعني بطلع 4600 .. بقدرش أطلع الـ 4600 إلا لو كان كل شيء سليم ← عضلات الـ Chest والرئة والـ Diaphragm بيشتغل بسهولة، ويكون القلب سليم .. لأنه لو القلب صار فيه مشكلة ممكن يسبب الدم في الـ (Lungs) ويعمل Pulm. Congestion .. عشان هيك سموها "Vital" لأنها لو كانت سليمة بيقى أربع أشياء عندك سليمة:

Chest muscles | Lungs | Heart | Abdominal viscera

∴ It's a mesure of Physical fittness

(4) Total Capacity: (TC)

↳ The volume of air that remains in the lung after maximum inspiration.

ال lung بيكون فيها ال 4 Volumes

IRV	TV	ERV	RV
= 3000	= 500	= 1100	= 1200

∴ TC = 5800

* الأرقام اللي حكينا هاي في ال (Adult male)
  ↳ 10% less in female.

← ال (4 Volume) فيهم 2 فقط بقدر أقيم بال Spirometer
و في واحد بنقدر نقيسه لكن بطلعش ← (RV)
← ∴ ال Capcities اللي تحتوي على RV لا يمكن قياسها
و هما Total C. & Functional residual C.

* Question: RV.

Definitions: the volume of air that remains in the lungs after forced maximal expiration.

. Mesurment: Helium dilution method.

* Helium dilution method:

↳ Determination of RV, FRC, & TLC.

(Residual Volume) اللي فيهم Capacities ال

← ميزة ال Helium إنو خامل Inert & Insoluble

↳ : The amount of helium after the expirement equals the amount of helium before it.

قبل التجربة الجسم بيتفاعل مع ولا هو بيروب ويدخل الجسم

← بنحط في ال Spirometer

Helium ← %10 و %90 هواء عادي

← لو بدي أقيس ال (FRC)

بطلب من الشخص يعمل

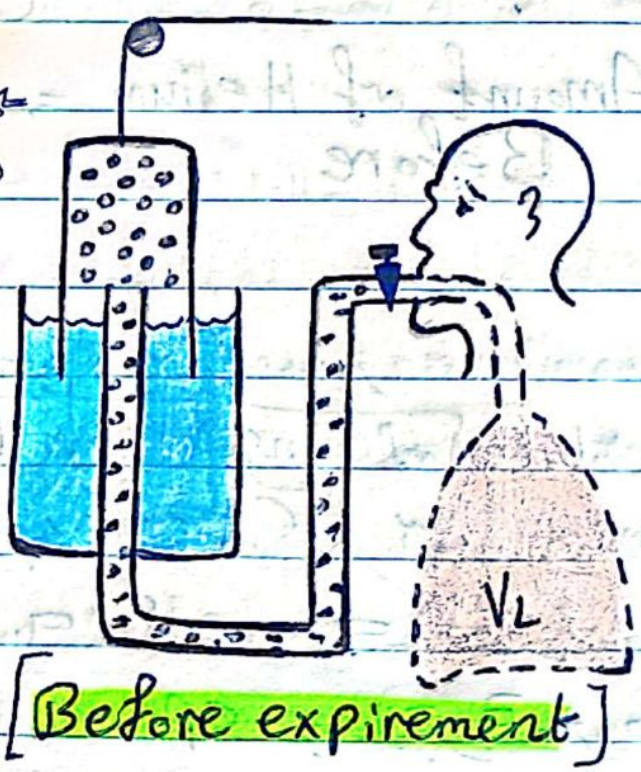
Normal expiration

وبعدين بخليه ياخد نفس

ولو بدي أقيس ال (RV) بخليه

Maximum forced Exp. يعمل

وبعدين يبدأ يتنفس.



[Before expirement]

* كمية ال Helium ثابتة قبل و بعد التجربة ولكن مع بدء التجربة لما يبدأ الشخص هادا ياخد 3- 4 أنفاس صار ال Helium موجود في ال (Spirometer) وال (lungs)

* كيف بنحسب الـ (Amount) ؟!

Amount = Volume * Concentration

* لو بدنا نعطي المريض إبرة .. والـ Volume تبع الإبرة = 10cm
وتركيز الدواء فيها = 1mg/cm .. بالتالي الـ Amount
اللي حيأخذوا المريض من الدواء = 1 * 10 = 10

x x x x x x

قبل التجربة، كان الـ Helium في الـ spirometer فقط
والتركيز نتجو معلوم (C_1)

Amount of Helium Before = Volume of spirometer * C_1

* بعد التجربة، توزع الـ Helium على جميع
(Volume of lungs) (Volume of spirometer)

• التركيز قل في الـ spirometer ← معناه أخذ عينة
من الـ spirometer وأخذ وأرمية (C_2)

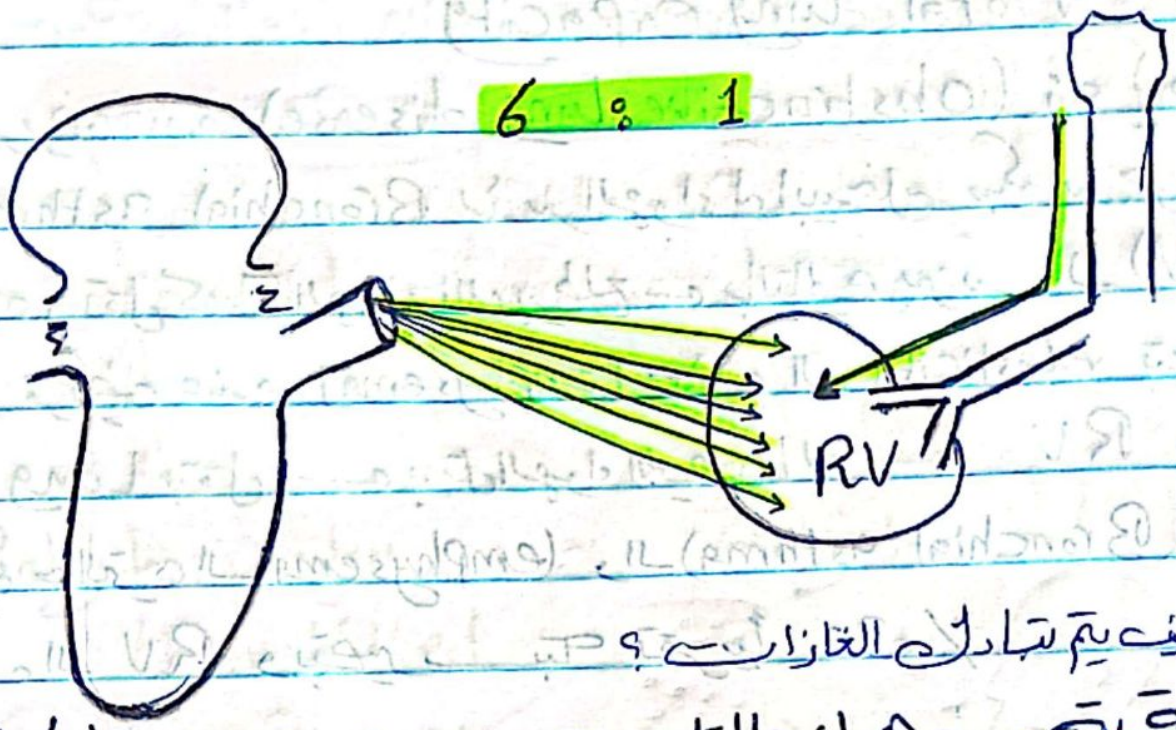
• يعني هلأ عندي التركيز في الـ spirom. بعد التجربة معروف (C_2)
والتركيز قبل التجربة معروف (C_1) وكمية الـ Helium زي
ما حكينا ثابتة ← بيضل عندي مجهول واحد في المعادلة
وهو الـ Volume of lungs

$$C_1 * V_{spirom.} = C_2 * (V_{lung} + V_{spirom.})$$

Amount before expirement = Amount after expirement

* Importance of Residual Volume:

← ايش أهمية إنو الرئة متفضاش تماماً



. كيف يتم تبادل الغازات ؟

الرئة بتجيب هواء والقلب بيجيب دم ويحدث تبادل غازات
لما احنا نتنفس تقريباً 12 مرة في الدقيقة ، والقلب
بينبض 72 مرة في الدقيقة .. يعني كل مرة بناخد هواء..
القلب بيجيب دم للرئة 6 مرات ... طيب المرة اللي بيدخل
فيها هواء وبيجي الدم يحدث تبادل ... والخمس مرات اللي
فاضيلين مع مين بيعملوا تبادل غازات ؟! مع RV

It maintains ... of blood between breaths

* تخيل إنه فجأة في هواء وفجأة فش هواء ... هادا حيؤدي
إلى تغيرات رهيبة في level of gases في الدم

Prevents marked changes in blood gases.

* Clinical importance:

- ال RV = 1200cm تقريباً يمثل 20% من ال Total lung capacity

- لو مريض عنده (obstructive lung disease) زي ال Bronchial asthma بيدخل الهواء لما بيدخل بيكون خروجه صعب وتقل كمية الهواء اللي بيطلع ← بالتالي بيزيد ال (RV)

- أو مريض عنده [emphysema] يعني ال elasticity تبعت ال lung بتقل ← بيقل الهواء اللي طالع ← RV ++

- في حالتي ال (emphysema) و ال (Bronchial asthma) بيزيد ال RV وبتصير نسبته تقريباً 30%

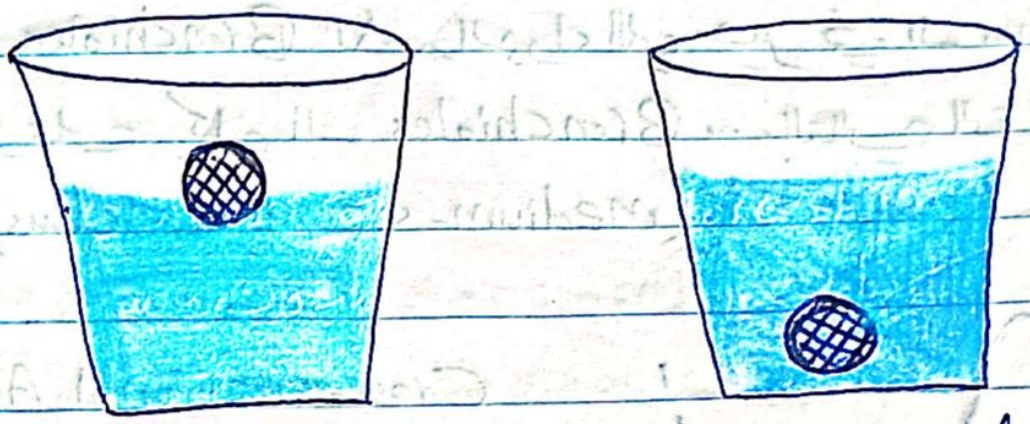
- في حالة وحيدة عكس طلع فيها ال RV وهي (Pneumothorax) لأنه بيلغي ال -ve pressure وبيصير lung collapse

- حتى بعد ما طلع ال (RV) بيضل كمية قليلة من الهواء (minimal air) كفيلة إنها تخلي الرئة تطفو لو حطيناها على سطح الماء.

- الشخص الوحيد اللي فش عنده (minimal Air) هو اللي بالأصل ما عنده هواء (RV) هو أول ما أخذ شهيق ← Baby born dead

لو أخذنا قطعة من ال lung تبعته وحطيناها على سطح الميه بتزل لتحت

وهاي الشغلة صاروا يستخدموها في الطب الشرعي عشان يفرقوا بين الأطفال اللي انولدوا ميتين والأطفال اللي انولدوا أحياء وبعدين ماتوا...



Baby born alive then Killed

Baby born dead.

Airway Resistance:

حكينا في الـ (CVS) ... الـ Flow يتناسب طردياً مع فرق الضغط بين جانبي الأنبوب وعكسياً مع الـ (Resistance)

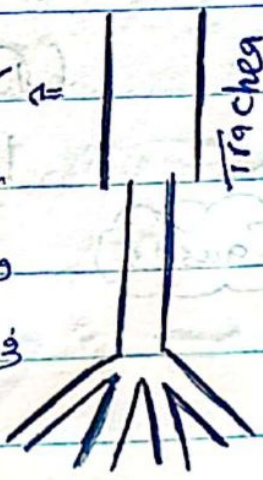
$$F \propto \frac{P_1 - P_2 \ (\Delta P)}{R}$$

= كل ما الأنبوبة كانت ضيقة ... المقاومة بتزيد

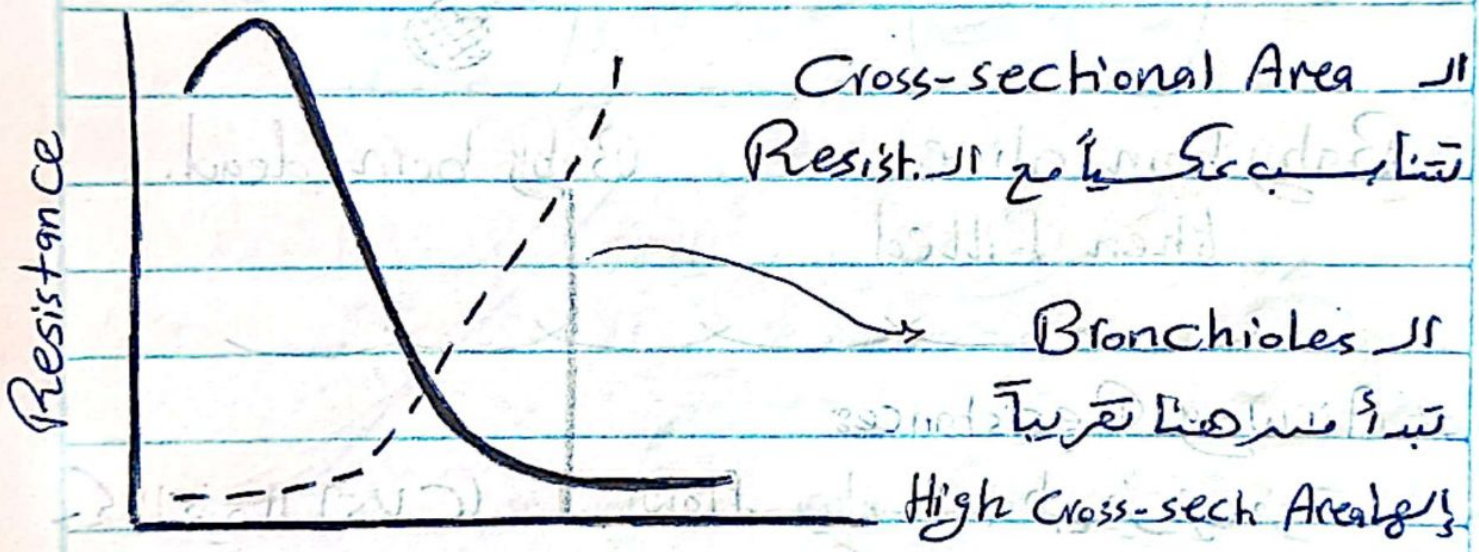
Trachea & major bronchi: أكبر مقاومة بتكون في الـ

و في الـ medium-sized bronchi و في الـ Bronchioles !؟

أكبر مقاومة بيواجهها الهواء بتكون في الـ (medium-sized bronchi).



← نظرياً، كل Bronchiole على حدة أو مجتمعة مساوية لـ medium-sized bronchus وكبر احنا بنا خد بشكل كلي Total Cross-sectional area لـ Bronchiole لحال .. بنا خد الـ Bronchioles لكل الـ Bronchus لأن الهواء اللي جي في الـ Bronchus بيتوزع على كل الـ Bronchioles .. بالتالي المقاومة في الـ (medium-sized bronchus) أكبر ..



Cross-sectional Area

ما أيش اللي بيتحكم بالـ Resistance ؟

(Bronchodilation) (Bronchoconstriction)

↳ -- Resistance ↳ ++ Resistance

Causes

- Sympathetic β_2
- ++ Lung Volume
- -- CO_2
- Allergy "Histamine"

β_2-receptors بتشتغل على ال Sympathetic activity ⇐ ال
وبتعمل (Vasodilation) وبالتالي بتقلل مجهود التنفس
↳ Lowers the work of breathing.

Primary determinants of PH هو ال CO_2 ⇐ حكينا إنه ال
لو قل ال CO_2 يحدث Bronchoconstriction وبيحبس ال CO_2
عشان يحافظ على ال (PH).

* Vital Capacity: (VC)

Definition: The maximum volume that can be expired after maximum inspiration.

$$VC = IRV + TV + ERV$$
$$= 3000 + 500 + 1100$$

→ Measurment ⇒ Spirometer.

→ Normal standard ← احنا بتكلم عن

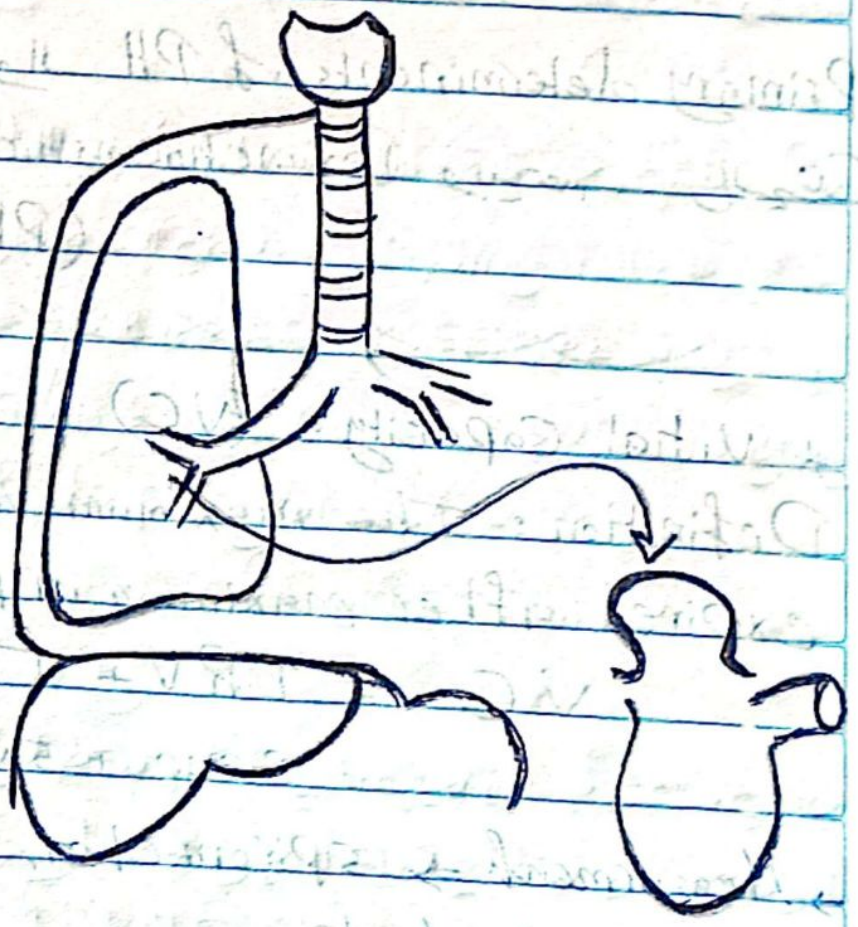
• Adult male average weight.

يعني لو واحد أضخم بيطلع أكتر من واحد أصغر بيطلع أقل
بس مناسب لحجمه فالأرقام اللي تختلف باختلاف
حجم الجسم بيتم ربطها بال Surface area بتبعت الجسم

* In male = 2.5 l/m^2
* In female = 2 l/m^2

التاريخ: / /

* Clinical significance of (VC):
↳ One of the most Pulm. function test.
↳ one of the best indeces of Physical fitness.



← عشان نطلع (VC) كويس لازم كل حاجة يكون عندك سليم
→ Inspiratory & Expiratory muscles
→ lungs → Heart → Abdominal Viscera
← عشان الـ Diaphragm يطلع وينزل كويس

- Factors affecting (VC):

→ male & Atheletes ⟶ ++ VC

→ Female & old age ⟶ -- VC

⇐ في الـ Stan ⟵ الـ VC بيكون كبير بينما في الـ Recumbent Position ⟵ الـ VC بيكون قليل ؟!

وانت واقف الـ Viscera بتنزل تحت فبتعطي مساحة لحركة الـ Diaphragm ... بينما وانت نايم الـ Viscera بتمنع الـ Diaphragm ... Free decending of diaphragm (-- VC) ⟵ [والـ Pregnant women نفس الفكرة

→ Pathological factors:

① عضلات الـ Respiration لازم تكون سليمة لا فيها Paralysis ولا Inflammation والـ Thoracic Cage ... لازم يكون سليم ميكونش عنده Lordosis, Scolyosis, Kyphosis

② الرئة تكون سليمة ... في نوعين من أمراض الرئة

Obstructive lung diseases	Restrictive lung diseases
Acute: e.g. Bronchial Asthma	e.g. Pulmonary fibrosis due to tuberculosis
Chronic: emphysema	

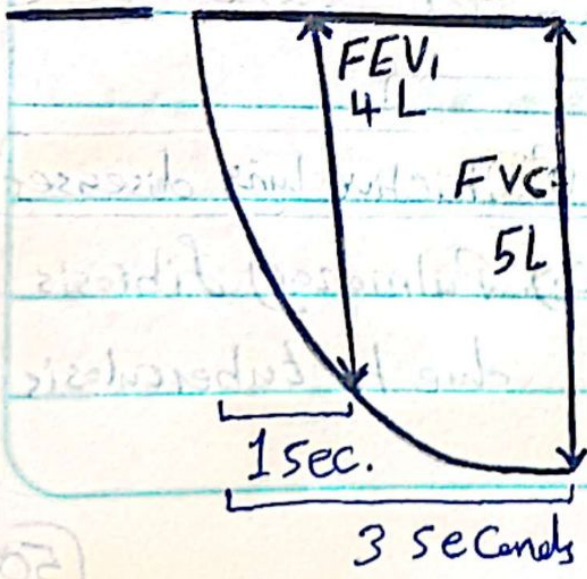
(3) الـ Heart يكون سليم ... لكن لو عندك (Lt. sided HF) يعني القلب مش حياخد الدم ← الدم بيتجمع في الـ lungs بيعمل (Pulmonary Congestion) يعني بالدم في دم كتير في الرئة ← يعني قلت المساحة للهواء ← (-- VC)

(4) أهم وحدة في الـ (Volumes) هي الـ (IRV) والسؤال عنها هي الـ Diaphragm ... يعني الـ Diaphragm لما يكون بيتحرك بسهولة ... لو شخص عنده Hepatomegaly أو splenomegaly أو Ascitis ... صدق بيمنعوا free descend of diaphragm → (-- VC)

* Forced vital Capacity:

يعني شرب بيهمني أكم بتطلع هواء ... بيهمني الوقت اللي بتطلع فيه الهواء ... لو سليم بيطلعوا في ٣ ثواني و ٨٠٪ منهم في الثانية الأولى ...

Timed vital Capacity بيسموها ← Forced expiratory Volume 1



في هاي الثانية بيطلع (4L) من الـ 5

$$\frac{FEV1}{FVC} = 4/5 = 80\%$$

(51) الشخص الطبيعي

Dynamic test ← يعتمد على الوقت

Static test ← لا يعتمد على الوقت

مين أكتر... الـ VC ولا الـ Forced (VC) ؟!

في الـ Forced (VC) باخد Max. Insp وأطلع الهواء باستخدام Hardest Exp. في ٣ ثواني بطلع (5L) بينما الـ (VC) انت مش مرتبط بوقت معين.. فممكن وقت تحضر الرئة وتطلع كمية أكبر قليلاً.

∴ Vital Capacity (VC) slightly more than Forced vital Capacity (FVC).

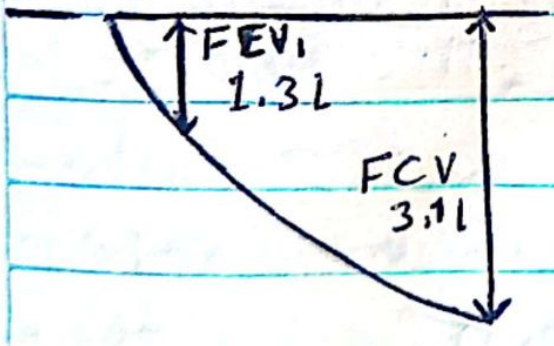
- Obstructive
- Restrictive ← نوعين

حكينا إن أمراض الرئة نوعين

أول حاجة بيعملها الطبيب هو إنه يعرف نوع المرض.. كيف؟

عن طريق إنه يشوف النسبة بين الـ (FEV1) والـ (FVC)

فـ زم اللي بيطلع في الثانية الأولى (FEV1) يمثل 80% من الـ Forced VC



← في حالة الـ Obstructive

في الثانية الأولى بيطلع 1.3L

والـ FVC قلت برضو صارت 3.1

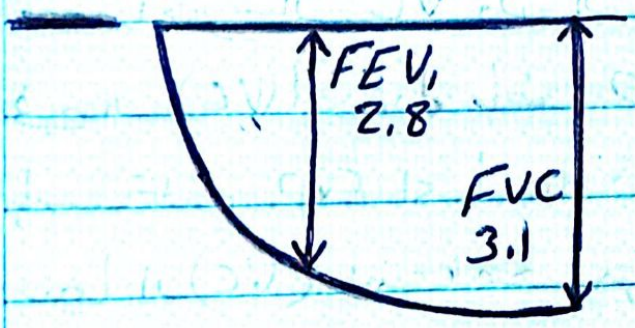
ولكن النقصان في الـ FEV1 أكتر

* الأرقام تختلف بين المرضى

← إذا الاتنين قلوا.. بس الـ FEV1 قل أكتر ← بالتالي

بتقل النسبة $\frac{FEV_1}{FVC} = \frac{1.3}{3.1} = 42\%$

← في حالة الـ (Restrictive)...



في نقص في الـ تنفيس برضو
ممكن النقص يكون متساوي
والنسبة تضلها 80 %
الـ ممكن تكون النقص في
الـ FVC أكتر من النقص في الـ FEV1 بالتالي
تزيد النسبة ← 90 %

← في هاي الحالة يكون أحد الرئتين فيهم مشكلة يعني
بتشتغل بالتالي بيكون فرصة أكبر إنو الرئة تفضي
أسرع ←

لو حسبنا الكمية ككل بتكون ناقصة ولكن الزمن منقصش كتير.

#

تم بحمد الله