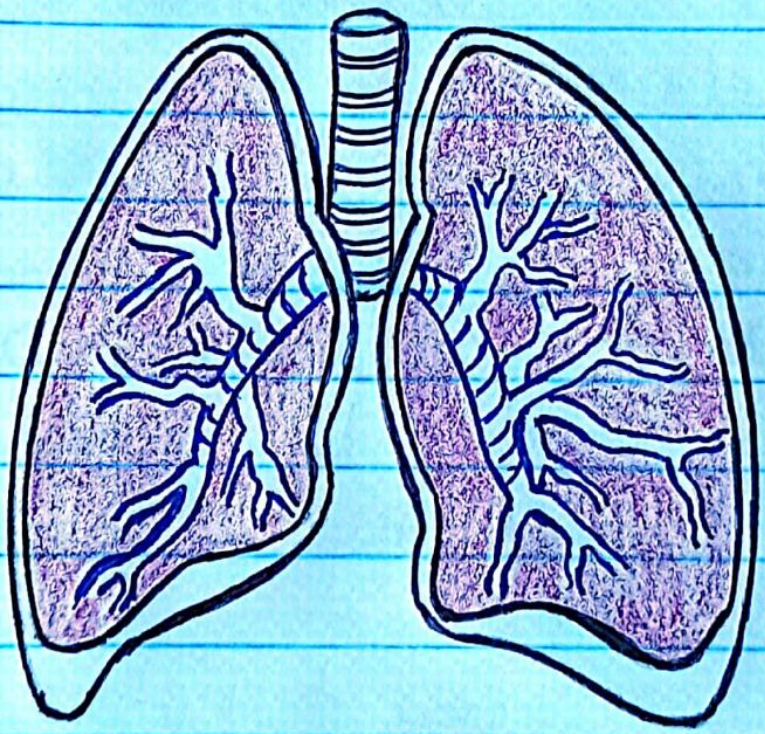
التاريخ: / / اليوم: الدرس:

* بسم الله الرحمن الرحيم *

⇒ Respiratory system...

• Physiology of respiratory system.



قال - تعالى - :

" وَأَنَّهُ لَيْسَ لِلْإِنسَانِ إِلَّا مَا سَعَىٰ "

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

عنوان الدرس ..... اليوم ..... التاريخ / /

* Respiratory system & Physiology

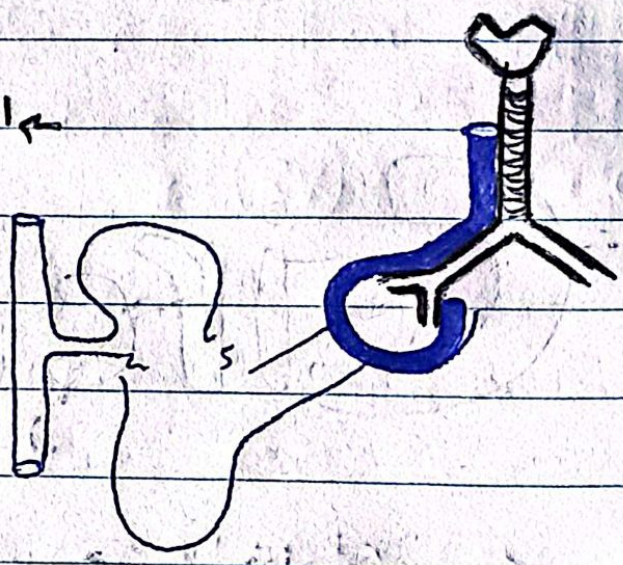
→ Pulmonary Circulations

* ممكن نسمي الدورة الدموية الصغرى "Pulmonary Circ." هو العالم ابن النفيس.

→ الـ (lungs) تتغذى بنوعين من الأوعية الدموية..

النوع الأول:

→ الرئة بتعمل Oxygenation للدم Reduced bl. عشان كده بيجيها من (Rt. ventricle) من طريق الـ Pulm. arteries ← Arterioles ← Capillaries (Oxygenation) عشان يصير



وهنا عندي نوعين من الأوعية → (Alveolar vessels) و (Extra-alveolar vessels)

↳ Parallel to the bronchial tree.

* The lungs is the only organ that receive the whole Cardiac output of the Rt. ventricle.

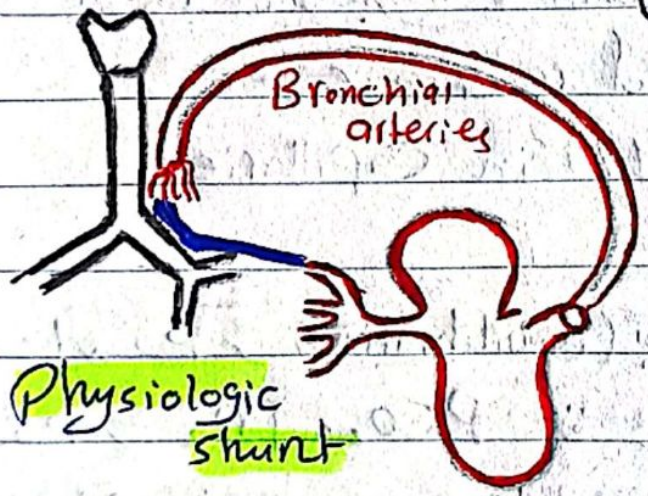
النوع الثاني:

الـ (lung tissues) و الـ (Bronchial tree) بتاخذ تغذية عشان تشتغل.. بيجيها دم من الـ Systemic Circulation عن طريق الـ (Bronchial arteries)

الـ Reduced blood اللي طالع من الـ Bronchi ~ جزء كبير منه بيروح عالـ Pulm. veins ويروح مباشرة على الـ Lt. atrium وبنسمي هادا الدمج (Physiologic shunt)

وهادا بيفسر لنا ليش الـ PO_2 في الـ Arterial blood أقل قليلاً من الـ PO_2 في الـ (Alveoli) على الرغم من إنو الـ Arterial blood بيجي من الـ Alveoli وهو عامل الـ equilibration مع الـ (Alveoli) ...

وبسبب الـ (Physiologic shunt) بيكون الـ (Venous blood) هادا لا يؤثر تقريباً على محتوى الـ Arterial blood من الـ PO_2 بيقلل الـ PO_2 حوالي (3mmHg)



****

Pressure in Pulm. artery = 1/6 Pressure in the Aorta.

Wall of aorta الـ Wall بيقى محتاجين يكونو الـ Wall أتخن زي الـ

→ in Pulm. artery 30% as thick as the wall of the Aorta.

→ Pulm. arterioles have Little muscles in their wall

في الـ Pulm. circulation ← الـ Pulm. arterioles

(Resistant vessels) هي الـ

→ Pulmonary capillaries are large & have multiple anastomosis. ⇒ each alveolus sits in a capillary basket.
عشان يكون التبادل ضخم

وبكون الـ (equilibration) بين الـ Alveoli و Arterial bl. يصير بسرعة

* Volume of blood in Pulm. circulation = 1 litre.
يعني 20٪ من الـ Blood volume موجود في الـ (Pulm. circulation)
عشان هيك نعتبر الـ Pulm. circulation كـ
The second blood reservoire
↳ less than 100ml (0.1L) in capillaries.

عشان يصير (equilibration) بين الـ (Blood) والـ (Alveoli)
ويصير PO_2 و PCO_2 نفس الشي بين الـ
بنحتاج فقط ربع ثانية (0.25s)
↳ while, RBC traverses Pulm. capillaries in (0.75 s) during rest, & (0.25 s) during excercise.
← طيب إذا الـ RBC تقضي 3/4 ثانية, بينما احنا محتاجين فقط 1/4 ثانية..
هي بتقضي 3/4 ثانية ← During rest .. بينما أنا لو عملت excercise ← ++ HR
وأقصى زيادة في الـ HR بتكون 3 أضعاف

لما الـ (HR) يزيد ٣ مرات ← يبقى الـ RBC بتصير تقضي $\frac{1}{3}$ الزمن اللي كانت تقضيه في الوضع الطبيعي

$\frac{1}{3} * 0.75s = \boxed{0.25s}$

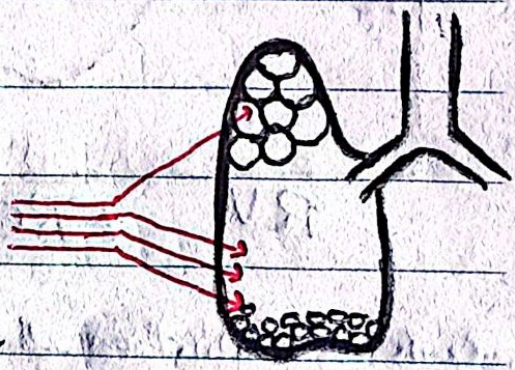
وهو الوقت اللازم لـ (Complete equilibration)

← يعني مهما زاد الـ HR ~ بيضل عندي وقت كافي لـ (equilibration) بين الـ (Alveoli) والـ (Arterial)

* * * * * * * *

*Effect of gravity on the lung:

في منطقة الـ Apex، بتأثير الجاذبية (Chest wall) الـ lung بتبتعد عن الـ (more -ve pressure) وهذا بيعمل



↳ Intrapleural P. is more negative at the apex of the lung.

↳ So, the alveoli at the apex are larger But they're less ventilated.

الـ Ventilation بيحتاج حركة كتير الهواء يطلع ويدخل ونتيجة الـ -ve pressure حواليها بتتحرك بصعوبة

→ Because of the gravity, the perfusion at the apex is more ~~non~~ lower than the Base.

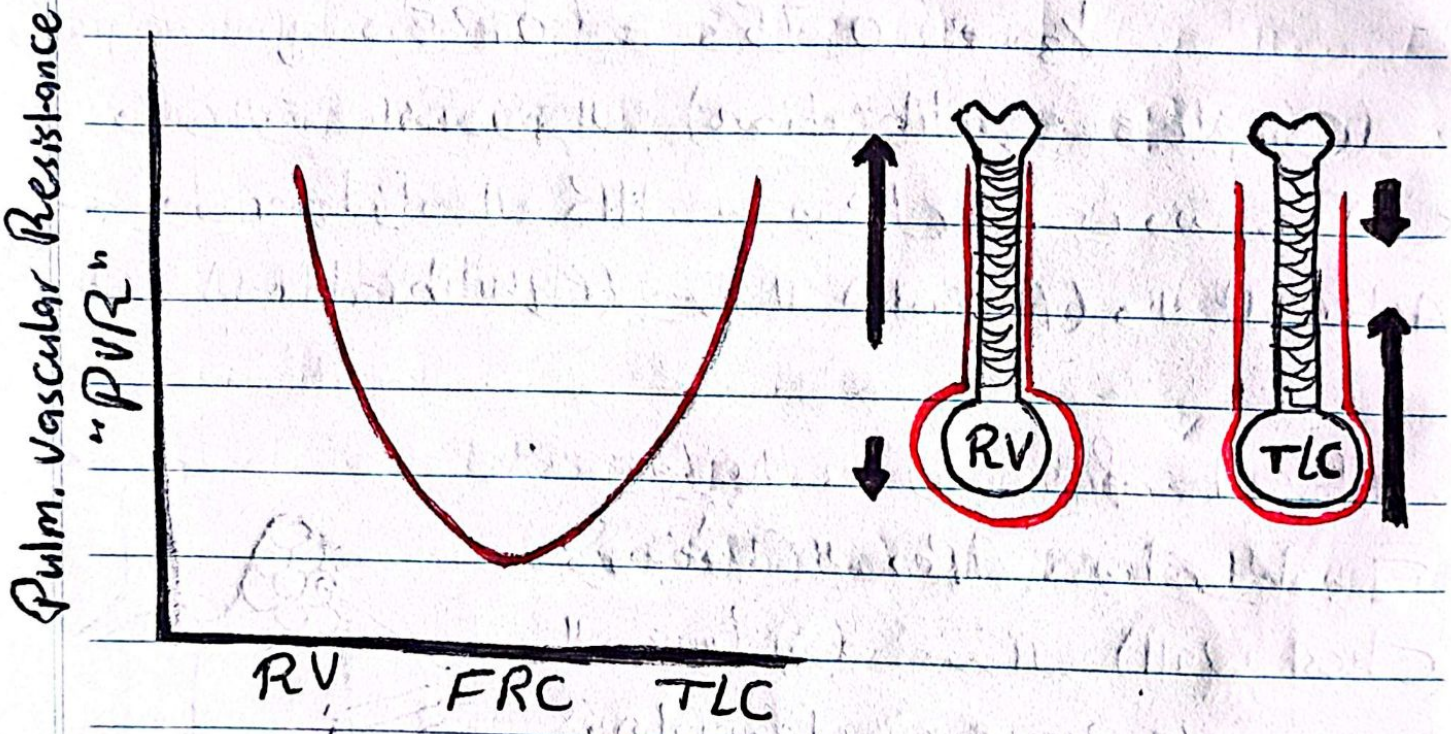
↳ High V/p Ratio = ③

الـ Ventilation قليل بس الـ Perfusion أقل بكتير..

عنوان الدرس ..... اليوم ..... التاريخ / /

* Factors affecting Pulmonary Vascular Resistance (PVR):

① Lung Volume



ماحنا عنا ٣ أوضاع للرئة ← في نهاية الـ Normal Expiration (Functional Residual Capacity) بيكون حجم الهواء اللي في الرئة بعد ما بيطلع Residal Volume (forced expiration) ← اللي بيضل بينما لو عملت ولو عملت maximum Insp. ← الموجود في الرئة حالياً بيكون (Total Lung Capacity).

← هذا الأحسن لأنو بيكون الـ PVR تكون قليلة عشان ما نعمل مجهود على الـ Rt. Ventricle ... Resistance أقل بينما لما آخذ (FRC) تكون عند النقطة الطبيعية اللي هي forced exp. تكون الـ Resistan أعمل أو max. Insp. عالية

* Explanation:

لما الرئة بتكون فيها إلا الـ Residual Volume يبقى الـ Alveoli مبخرت وبعدت عن الـ Vessel وهادا بيقلل الـ Resistance ولكن بنفس الوقت لما أعمل Forced Exp. ← Intrapleural Pressure becomes less negative..

بالتالي بيضغط على الـ Extra-alveolar vessels زيادة الـ Resistance في الـ Extra-alveolar Vs أكثر من النقص في الـ Resistance في الـ Alveolar vessels بالتالي بتزيد الـ (Resistance)!

← بالعكس، لما أعمل (max. Insp) وأوصل للـ Total lung Capacity بتكون الـ Alveoli كبيرة وقريبة كتير على الـ Capillary اللي حواليها وعملتلها (squeezing) وزودت الـ (Resistance)

← بينما لما آخد (maximum Inspiration) ↓

Intrapleural Pressure becomes more negative

وهادا بيوسع الـ Vessels، بالتالي الـ Resistance بتقل في الـ Extra-alveolar vessels ولكن الزيادة في الـ Resistance في الـ Alveolar vessels أكبر من النقصان في الـ Resistance في الـ Extra-alveolar vessels

#

② Volume of blood in Pulmonary vessels:

++ Blood flow ⟶ -- PVR

Compensatory decrease في الريّة بعير Blood flow لما يزيد الـ
Pulmonary Pressure عشان يزيد شوي الـ (PVR) في الـ

• mechanism:

→ 1 Distention of thin-walled Pulm. vessels.

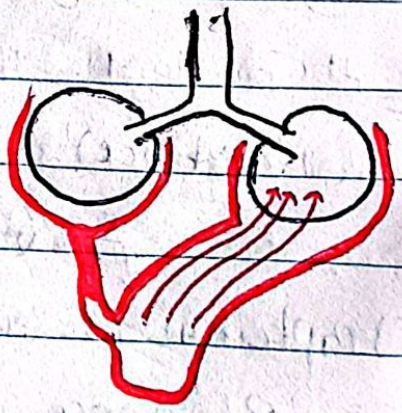
→ Recruitment of opened Capillaries. ↘

بنفتح الـ Capillaries اللي كانت مغلقة، عشان توسع
للدم اللي جاي وتقلل الـ (Resistance)

③ Decreased Alveolar PO_2.

④ Increased Alveolar PCO_2.

وهدول الحالتين بيعملوا (VasoConstriction)
لـ Pulmonary vessels
لو تقفل الـ Bronchus هادا
بسبب زيادة الـ PCO_2 ونقصان
في الـ PO_2 ..



طيب إذا الـ Alveoli مش حابيها
هواء كويس .. ليش تاخد Blood ؟!

بالتالي نقصان الـ PO_2 كان سبب في إنو يقل
الـ Vessel اللي جايها بحيث يكون الـ Blood ↘
shifted to the well-ventilated alveoli

عنوان الدرس ..... اليوم ..... التاريخ / /

Hypoxia & Hypercapnia

- In Systemic Circulation → Vasodilation
- In Pulmonary Circulation → Vasoconstriction

⑤ Autonomic innervation:

→ Sympathetic nervous system stimulation "Acting on α"
↳ Vasoconstriction → ++ PVR → -- Blood flow

⑥ Vasoactive substances:

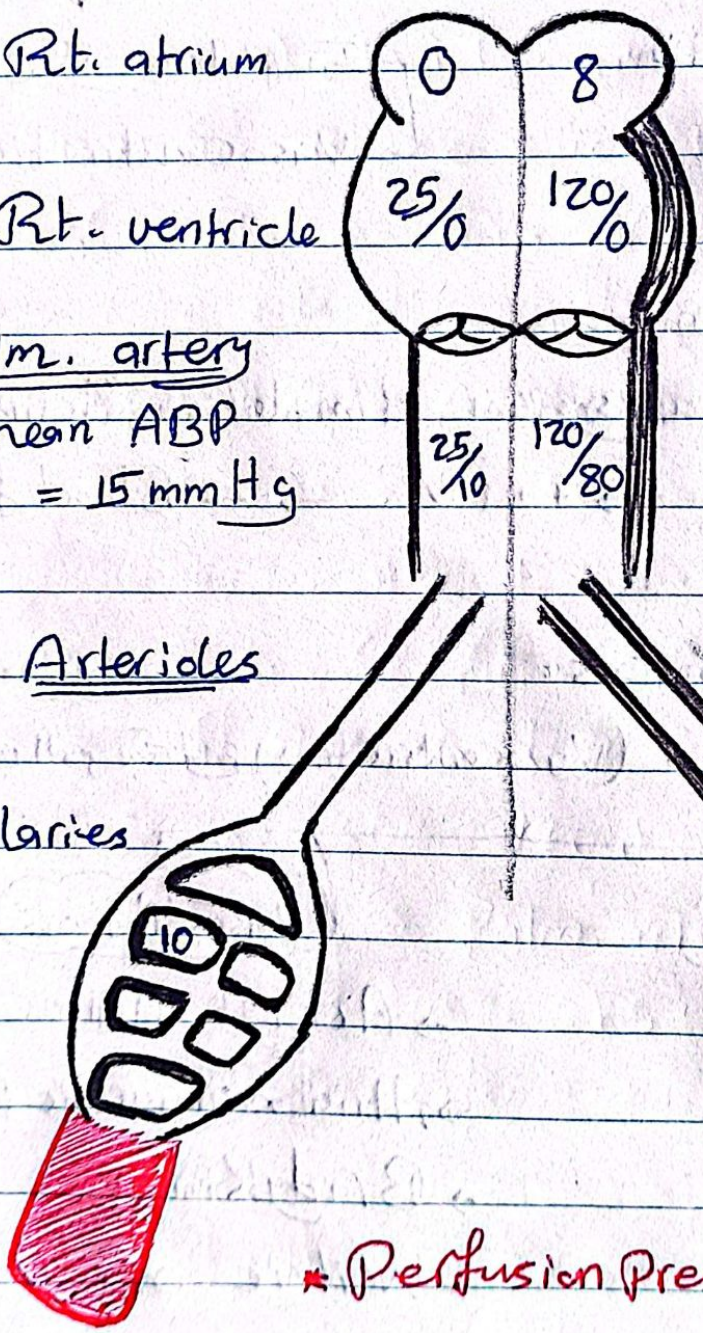
مواد في الدم بتعمل (Vasodilation) أو (Vasoconstriction)

Vasoconstrictors	Vasodilators
→ Norepinephrine	→ Acetylcholine
→ Angiotensin II	→ Atrial Natriuretic Peptide
→ Endothelins	→ Bradykinin
→ Histamine	→ Nitric oxide
→ Serotonin	

عنوان الدرس ..... اليوم ..... التاريخ / /

Comparison between Pulm. & systemic circulation

1) Pressure: (mmHg)



* Perfusion Pressures

Pulm. a - LAP

15 - 8

(7)

Aortic - RAP

90 - 0

(90)

بشكل عام الـ Pressure في الـ Lt. side دايماً أعلى من الـ Rt. side ...

* Lt. ventricular Presssure
  120 during systole ——— 0 during diastole

* Mean ABP = systolic + ⅓ (systolic - diastolic)
* The Capillaries in Pulm. circulation are larger with many anastomosis → So, have less Pressure.

* In systemic Capillaries
  Arteriolend = 35 ——— venous end = 15
  Average = 25 mmHg

• ليش أهمية إنه الـ Capillary P. يكون قليل في الـ Pulm. ؟
الـ Capillaries هي الـ (exchange vessels) ... لو الضغط تبعها زاد في الـ systemic ← الـ Fluid بتطلع برا ← وبصير edema ممكن ايدك تورم، رجلك تورم .... مش مشكلة مش حقوت لكن لو الضغط زاد في الـ Capillaries في الـ Pulm. circulation الـ Fluid حتطلع عالـ Alveoli وبتعمل Pulmonary edema عشان هيك الـ Capillaries هاد والسبب عشان الـ Pressure يكون فيها قليل ←

ال Perfusing Pressure هو اللي بيخلي الدم في ال (Circulation) يمشي
← الدم في ال Circulation بيمشي من أعلى نقطة فيها Pressure إلى النقطة اللي فيها أقل (Pressure)
يعني لازم نقطة في ال systemic circ. يكون إلها أعلى ضغط اللي هي ال (Aorta) وآخر نقطة لازم يكون عندها أقل ضغط اللي هي ال Rt. atrium

Perfusing P. = Aortic P. − RAP

= 90 − 0 = 90 mmHg

← بنفس طبعاً الكلام هادا على ال Pulm. circ
أعلى ضغط في ال Pulm. circ بيكون عند ال Pulm. artery وبيكون MABP = 15 ، وآخر نقطة بيكون عندها أقل ضغط اللي هو ال Lt. atrium = 8

Perfusing P. = Pulm. artery − LAP

15 − 8 = 7mmHg

2) Resistance

في ال systemic ← ال Arterioles كانوا هما (Resistant vessels)
But, The main site of resistance in the Pulmonary circulation is the Capillary.

$$Flow \propto \frac{\Delta P}{R} \rightarrow R \propto \frac{\Delta P}{F}$$

$$R = \frac{\Delta P}{F} = \frac{\text{Pulm. artery P.} - \text{Lt. atrial P.}}{\text{Cardiac output}}$$

$$= \frac{15 - 8}{5} = 7/5 = \boxed{1.4\ mmHg/L/min}$$

(During Rest)

- In systemic circulation:

$$R = \frac{\Delta P}{F} = \frac{\text{Aortic P.} - \text{Rt. atrial P.}}{\text{Cardiac output}}$$

$$= \frac{90 - 0}{5} = 90/5 = \boxed{18\ mmHg/L/min}$$

systemic circ في ال Resistance مرا الوا ضرع إنو ال
أعلى بكتير من ال Pulmonary عشان يضخ ال Lt. vent
وال Aorta ← 3 times more thick

3] Vessels:

→ Pulmonary artery = 1/3 OR 30% thickness of Aorta.
→ Arterioles → less muscles
→ Capillaries → Larger & many anastomosis.
↳ safety factor against Pulmonary edema.

4] Blood: (systemic) ال ـــــ

Only arteries that carry reduced "deoxygenated" blood are the Pulmonary arteries.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- The only veins that carry oxygenated blood are the Pulmonary veins.

(5) Effect of blood gases

↑PCO_2 & ↓PO_2 ⇒ Vasoconstriction

↳ So, the blood is shifted from the Poorly to the well-ventilated alveoli.

Pulmonary hypertension نادر الحدوث

- Usual onset: (20-60) years more in ♀
- Cause: Hypoxia, sleep apnea, inhalation of Cocaine, some appetite suppressing drugs, systemic lupus erythromatosus, or familial اللي بيزودوا الـ Serotonin
- Symptoms: Dyspnea, syncope, tirdness, chest Pain, edema in the legs, ++ HR
- If untreated:

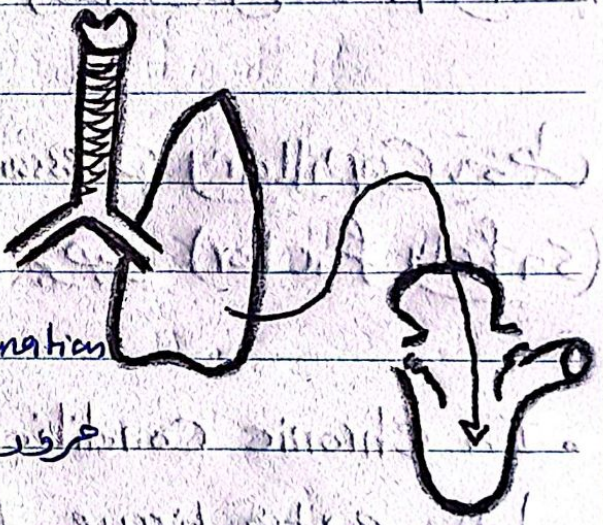
Rt. vent. overload يبقى في Hypertension بما إنه في Death، وبيؤدي إلى Rt. vent. failure خلال ٣ سنوات.

بالتالي هو أخطر من الـ systemic hypertension

• Treatment: Vasodilators such as Prostacyclin & Prostacyclin analogues by IV infusion OR Aerosolized Preparations (بالاستنشاق)

Pulmonary edema:

بيصير لو الدم مش قادر يطلع من الرئة ← التعويض: ضغط الدم بعد ما يصير لـ Lt. ventricle يروح لـ Oxygenation (mitral valve) طريقه بال



• Causes:

→ Lt. Ventricular heart failure.

→ mitral valve stenosis

Pulm. Capillary membrane في Damage أو ممكن يكون

نفاذية الـ Capillary زادت، حيث الحيه دخلت في الـ Alveoli وهادا بيحدث في ← Pneumonia

Chlorin or sulfur dioxide gas.

• safety factors:

↳ Large Capillaries with many anastomosis

↳ Low Pulmonary Pressure.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

عنوان الدرس ..... اليوم ..... التاريخ / /

أكتر قوة بتدخل الـ fluid لـ Capillary هي الـ
Oncotic osmotic Pressure of plasma Proteins
= 25

Capillary Pressure بيقي عشان الـ fluid يطلع ... لازم الـ
يتخطى الـ (25) ... عشان هيك ربنا جعل الـ Capillary P.
يساوي 10 فقط ...

إذا الـ fluid بيطلع فقط لما الـ Capillary pressure يتخطى
الـ osmotic Pressure ... وهادا برضو (safety factor)

• In Chronic Conditions:

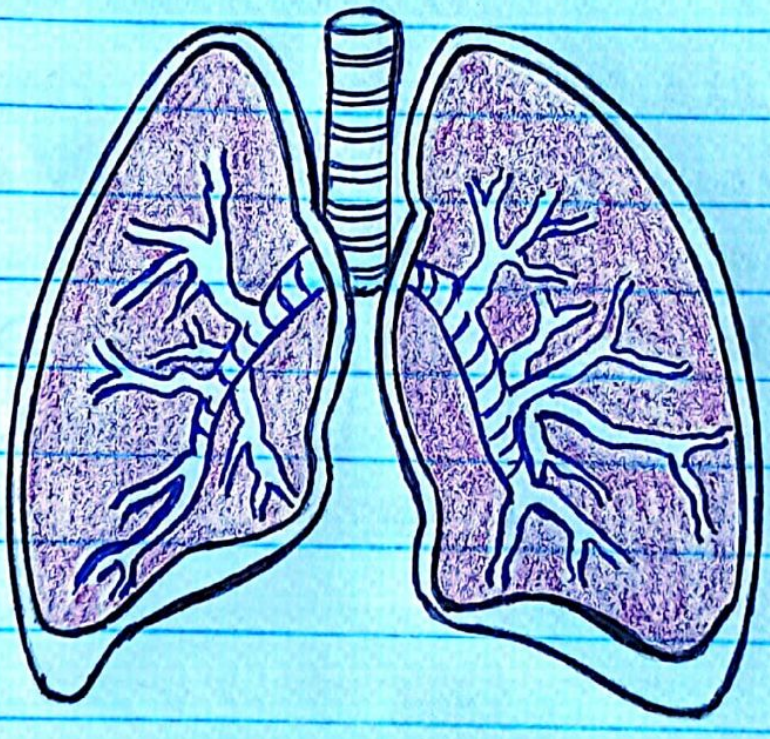
مع الحاجات اللي بتسبب الـ extra-tissue fluid
الـ lymph vessels ... ففي حالة الـ Chronic
lymph vessels expand greatly
فـ مقدرتها إنها تحمل fluid بتزيد عشر مرات ..
بالتالي في الـ Chronic الـ Capillary pressure بدو
يزيد لأكتر من 45 عشان يصير (Pulm. edema)
ولكن بمجرد حدوث الـ Pulm. edema ممكن يموت
المريض خلال ساعات .. ولو صار Acute HF
within 30 minutes.

انتهى الشرح ..

* بسم الله الرحمن الرحيم *

⇒ Respiratory system...

- Physiology of respiratory system.



قال - تعالى - :

" وَأَنَّهُ لَيْسَ لِلْإِنسَانِ إِلَّا مَا سَعَىٰ "

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner