

VENTILAZIONE e PERFUSIONE

VENTILAZIONE

- Ventilazione= **$VE = f \times VC$**

f= frequenza

VC= volume corrente (500mL nell'adulto)

=volume di aria inspirato/espirstato in ogni singolo atto respiratorio

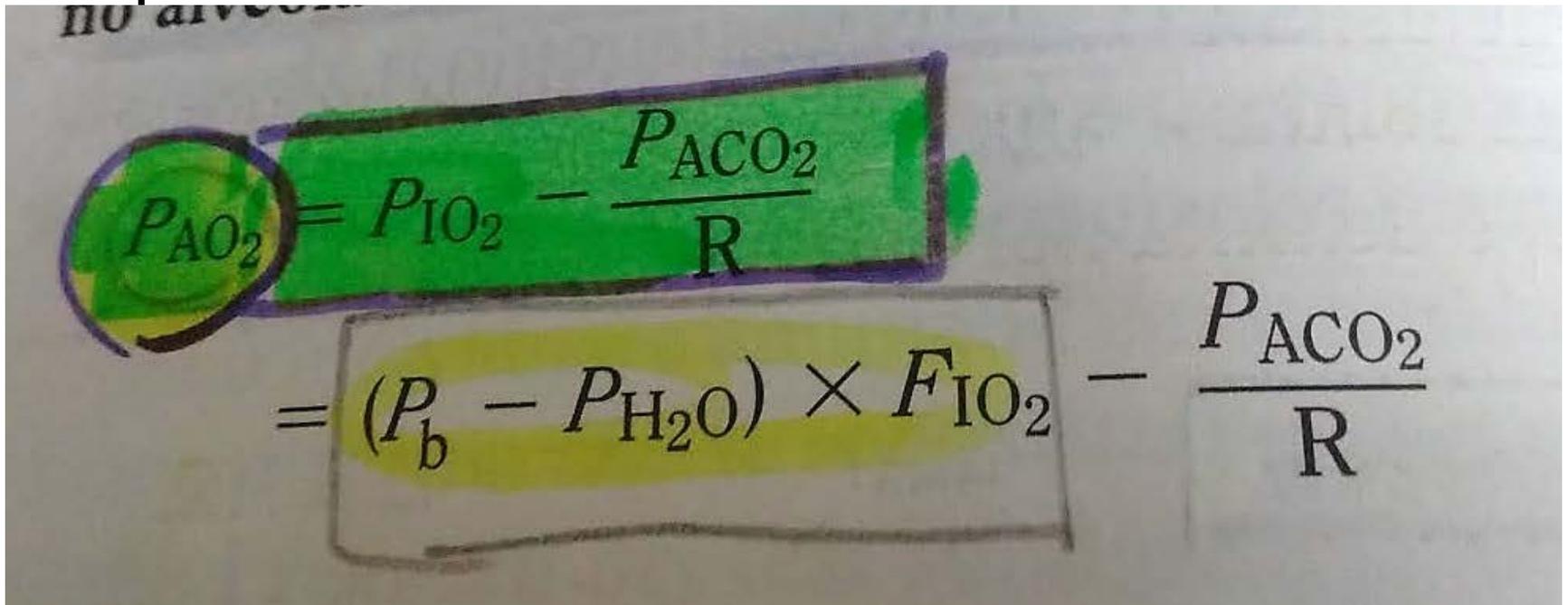
Composizione dell'aria

- Aria= ossigeno (**21%**) +azoto (**79%**) + CO2 in piccole quantità
- La somma delle pressioni parziali deve essere= alla pressione totale (760mmHg)
- $P_{\text{gas}} = F_{\text{gas}} \times P_b$
 - $P_{O_2} = 0,21 \times 760 \text{ mmHg} = \mathbf{159 \text{ mmHg}}$
 - $P_{N_2} = 0,79 \times 760 \text{ mmHg} = 601 \text{ mmHg}$

- Nelle vie aeree i gas sono umidificati e portati alla t ambiente
 - diventano saturi di vapor acqueo
- Pressione di vapor d'acqua a t corporea = **47mmHg**
 - $PO_2 = (P_b - F_{H_2O}) \times 0,21 = 150 \text{ mmHg}$
 - $PN_2 = (760\text{mmHg} - 47\text{mmHg}) \times 0,79 = 563\text{mmHg}$
- Già a livello della trachea i gas sono saturati

Composizione del gas alveolare

- Dato che si modificano le frazioni di O₂ e CO₂, si modifica anche la p.parziale che esercitano a liv.alveolare
- P.parziale di O₂ nell'alveolo=



The image shows a handwritten formula for the partial pressure of oxygen in the alveoli. The formula is written in black ink on a light-colored background. The first part of the formula, $P_{AO_2} = P_{IO_2} - \frac{P_{ACO_2}}{R}$, is enclosed in a green rectangular box. The second part, $= (P_b - P_{H_2O}) \times F_{IO_2} - \frac{P_{ACO_2}}{R}$, is enclosed in a yellow rectangular box. The variable P_{AO_2} is circled in green. The text "no alveolo" is partially visible at the top left of the image.

$$P_{AO_2} = P_{IO_2} - \frac{P_{ACO_2}}{R}$$
$$= (P_b - P_{H_2O}) \times F_{IO_2} - \frac{P_{ACO_2}}{R}$$

- PiO_2 =p.parziale dell'O₂ inspirato
- $PACO_2$ = tensione della CO₂ nell'alveolo
- R =quoziente respiratorio
=CO₂ escreta/O₂ nei polmoni
- $0.7 < R < 1$ di solito si considera 0,8.

- Proporzionalità diretta verso V_{CO_2}
- Proporzionalità inversa verso la ventilazione alveolare

CO_2 dall'alveolo è in relazione alla
e alla frazione della CO_2 nell'al-
ta nel modo seguente:

$$F_{ACO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_A} \quad (22-11)$$

$- P_{H_2O}$

velocità di produzione di CO_2 metabolico

ventilazione alveolare

alveolare PCO_2

80

6

ostituire nella precedente equazio-
nte relazione:

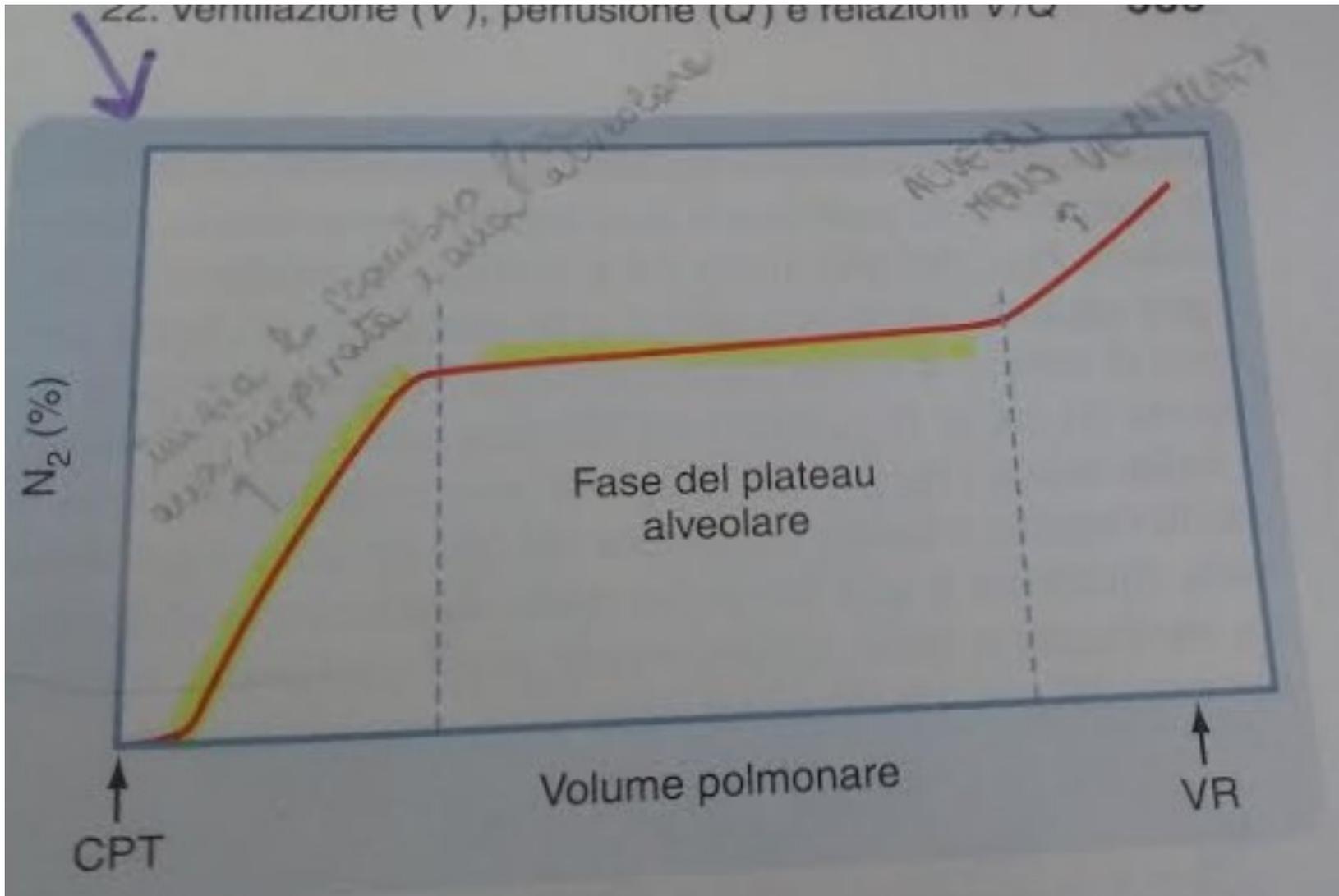
Distribuzione della ventilazione

- Non è uniforme
 1. A causa della gravità → gli alveoli all'apice sono più espansi di quelli alla base
 2. A causa della resistenza variabile delle vie aeree
 3. A causa della compliance

Costante di tempo = $R \times C$ (velocità con cui l'alveolo si riempie)

[Immagine p.508]

Curva del lavaggio dell'azoto



Spazio morto

- =vie aeree che non partecipano allo scambio gassoso
- Anatomico e Fisiologico
- Anatomico=Volume d'aria nelle vie aeree
- $VC = V_m (150\text{mL}) + V \text{ alveolare}$

- Ventilazione dello spazio morto:

lume è in relazione con il volume di ventilazione-minuto (\dot{V}_E) nel modo

$$\dot{V}_M = \frac{V_M}{V_C} \times \dot{V}_E$$

L'equazione riportata sopra indica dello spazio morto varia inversamente

Spazio morto fisiologico

- Alcuni alveoli non sono perfusi, ma continuano ad essere ventilati
- Spazio morto fisiologico
=volume di gas che per ogni atto respiratorio non partecipa allo scambio (spazio morto anatomico+fisiologico)

Perfusione

= processo mediante il quale il sangue deossigenato passa attraverso i polmoni e viene ossigenato

- 500mL= volume totale di sangue della circolazione polmonare
- Sistema a bassa resistenza ed elevata compliance

- **Vasi extra-alveolari** (arterie, arteriole, vene, venule) sono sensibili alle variazioni di pressione pleurica e interstiziale
→ non dalla pressione alveolare!
- **Vasi alveolari** (nei setti interalveolari) sono sensibili a variazioni della pressione alveolare
→ non pleurica o interstiziale!

During Inspiration

Extravascular Space

Alveolar Space

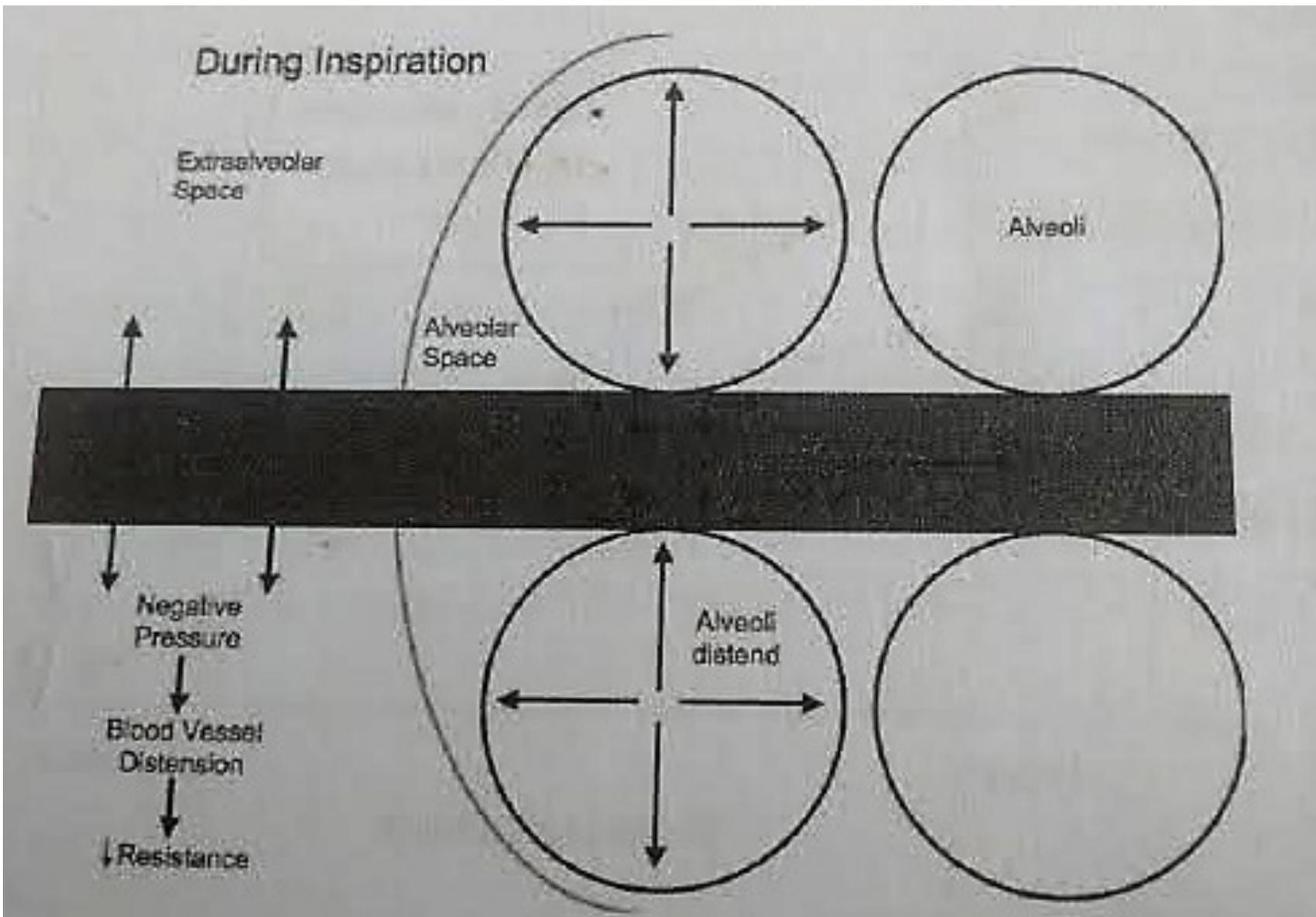
Alveoli

Negative Pressure

Blood Vessel Distension

↓ Resistance

Alveoli distend



Resistenza vascolare polmonare

- $RVP =$

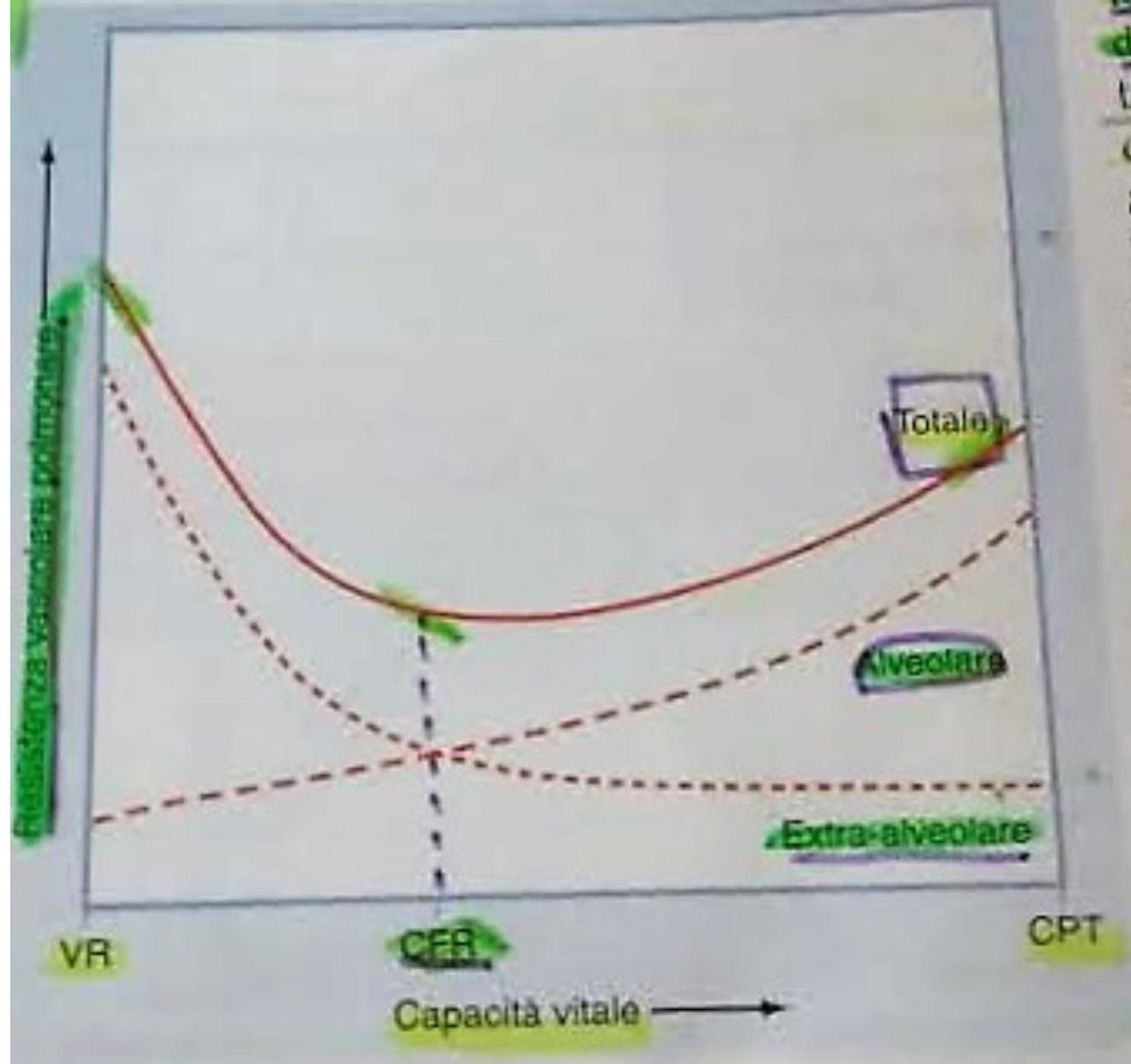
variazione di pressione dall'a.polmonare all'atrio
sx/ Qt (portata cardiaca)

$= 1 \text{ mmHg/L al min}$

- Resistenza 10 volte più bassa del circolo sistemico \rightarrow è possibile:

1. Reclutamento di nuovi vasi

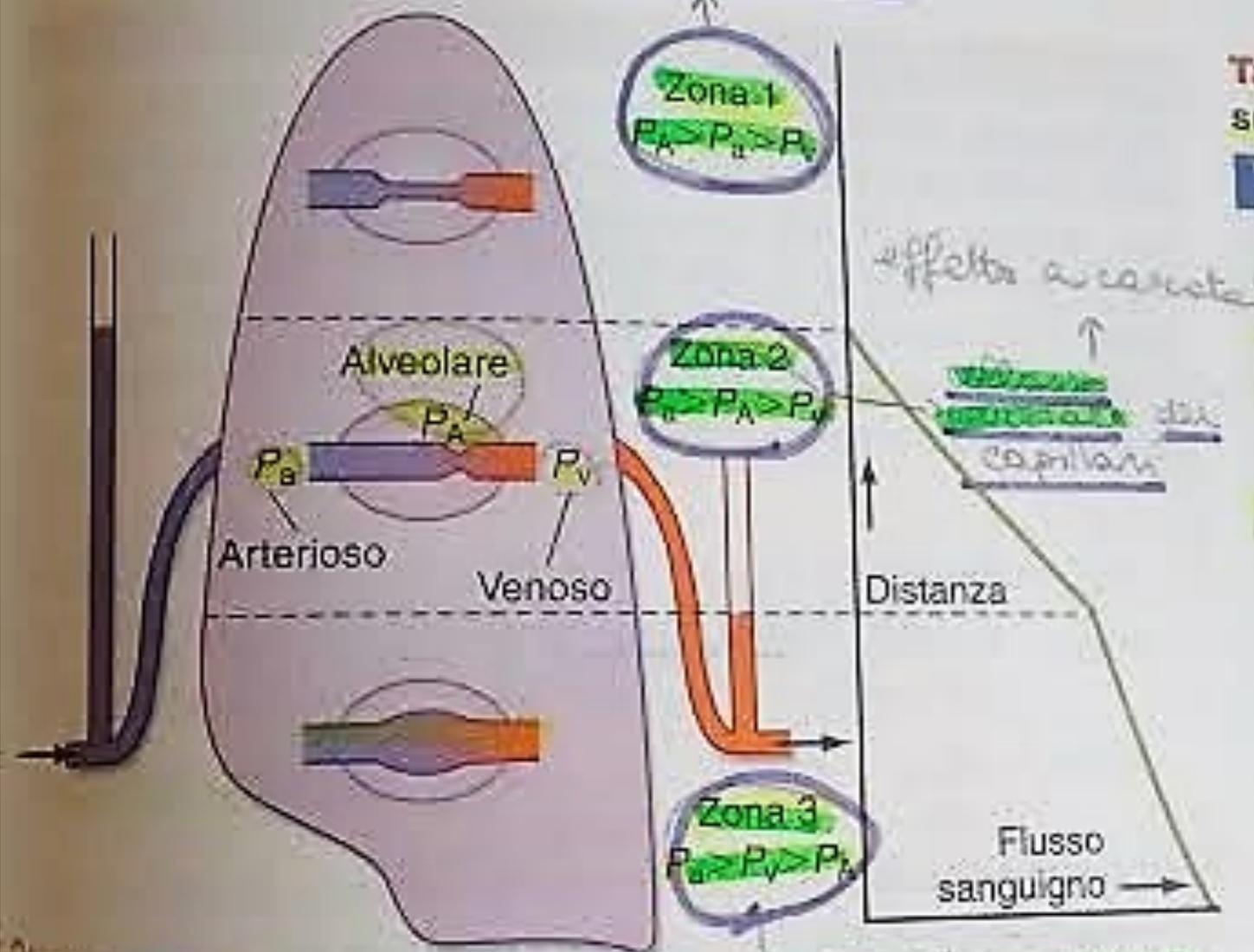
2. Distensibilità dei vasi



Distribuzione flusso sanguigno polmonare

- All'apice del polmone è minimo, alla base è massimo → x la forza di gravità
- Stessa cosa in un soggetto sdraiato
- Una variazione di 1cm di altezza è = a una riduzione di p.idrostatica di 0,74mmHg
- La gravità agisce in modo = su arterie e vene

La gravitazione e il flusso sanguigno



Flusso sanguigno dipende dal gradiente arterio-venoso

Modello che spiega la distribuzione inuguale

Regolazione attiva del flusso sanguigno

- Livelli di tensione di O₂
x es. la vasocostrizione ipossica locale.
- Le ipossie isolate non modificano RVP
- Occorre che il 20% dei vasi sia ipossico prima di cambiamenti di RVP

Relazioni ventilazione-perfusione

- **Ventilazione e flusso sanguigno aumentano dall'apice alla base, ma la ventilazione aumenta + lentamente rispetto al flusso**
 - Ventilazione=4L/min (togliendo la v dello spazio morto)
 - Perfusione= 5L/min
- rapporto circa = 0,8
- !Non è detto che il rapporto corretto sia sempre segno di salute!

- $V/Q=0$ se $V=0$.
- $V/Q=$ infinito se $Q=0$

- V/Q è alto e >1 all'apice
- V/Q è <1 alla base

Differenza alveolo-arteriosa della PO₂

- CO₂ alveolare e arteriosa sono uguali, non per l'O₂ per uno shunt (alcune vene bronchiali e mediastiniche drenano nelle vene polmonari)
 - PO₂ alveolare-PO₂arteriosa= **AaDO₂**
< **15mmHg** fisiologicamente
- Se aumenta → c'è uno scambio anormale

- **SHUNT ANATOMICO**

Una quantità di sangue venoso misto cortocircuita l'unità di scambio e si immette nel sangue arterioso.

Detto 'Shunt destro-sinistro'

- **SHUNT FISIOLOGICO**

Quando la ventilazione ad alcune unità polmonari è assente, ma la perfusione presente.
($V/Q=0$)

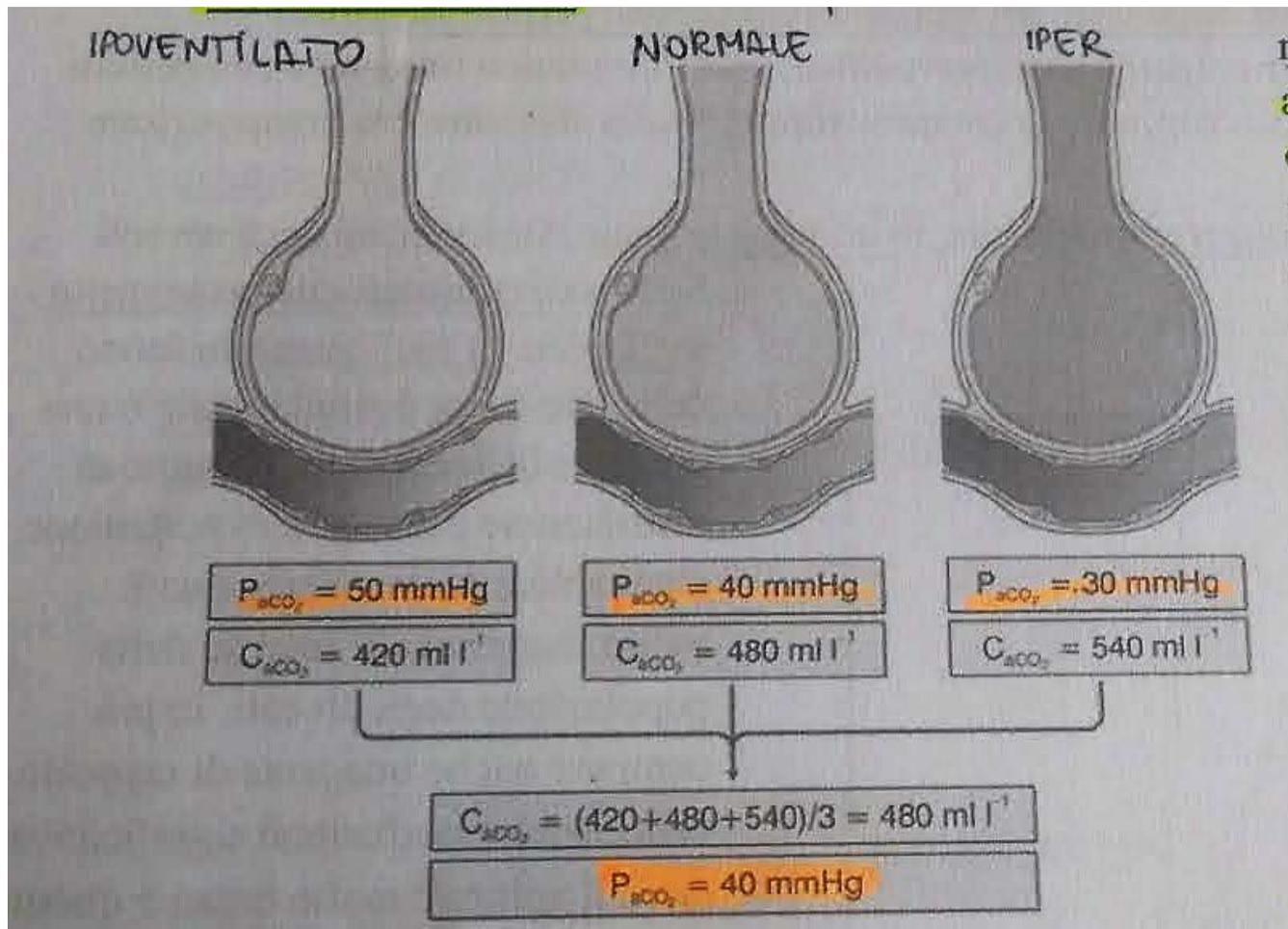
Come riconoscere uno shunt destro-sinistro da altre cause di ipossiemia?

1. Far respirare al soggetto O₂ al 100%
2. Il contenuto alveolare di O₂ aumenta subito
3. Aumenta anche l'O₂ nel sangue arterioso

Invece con uno shunt l'ossigenazione non viene corretta → resta elevata la AaDO₂

Modificazioni V/Q

- **ANIDRIDE CARBONICA** (compensazione)



- **OSSIGENO** (non compensazione)

