



**Università degli Studi di Milano
Polo Universitario San Paolo
U. O. di Anestesia e Rianimazione**



**FISIOPATOLOGIA DELL'INSUFFICIENZA
RESPIRATORIA ACUTA: MECCANICA
RESPIRATORIA, LAVORO RESPIRATORIO,
PEEPi**

Dr. Angelo Pezzi

**VII CONGRESSO NAZIONALE DI ECOCARDIOCHIRURGIA
MILANO 5-7 MAGGIO 2014**

DISPNEA

MISMATCH TRA RICHIESTA E DISPONIBILITA'



SEGNO OGGETTIVO!!!

➤ TACHIPNEA

➤ RESPIRO PARADOSSO

➤ UTILIZZO MUSCOLATURA ACCESSORIA

➤ TACHICARDIA

➤ SUDORAZIONE

➤ AGITAZIONE



RICHIESTA



DISPONIBILITA'

✓ ATTIVITA' FISICA

✓ SEPSI

✓

✓ INSUFFICIENZA CARDIACA

✓ ACUTE LUNG INJURY

✓ ATELETTASIE

✓ SEPSI

✓

Arteriole

Bronchiolo

Sangue venoso

$pO_2 = 40 \text{ mmHg}$

$pCO_2 = 46 \text{ mmHg}$

$pO_2 = 100 \text{ mmHg}$

Alveoli

$pCO_2 = 40 \text{ mmHg}$

$pO_2 = 100 \text{ mmHg}$

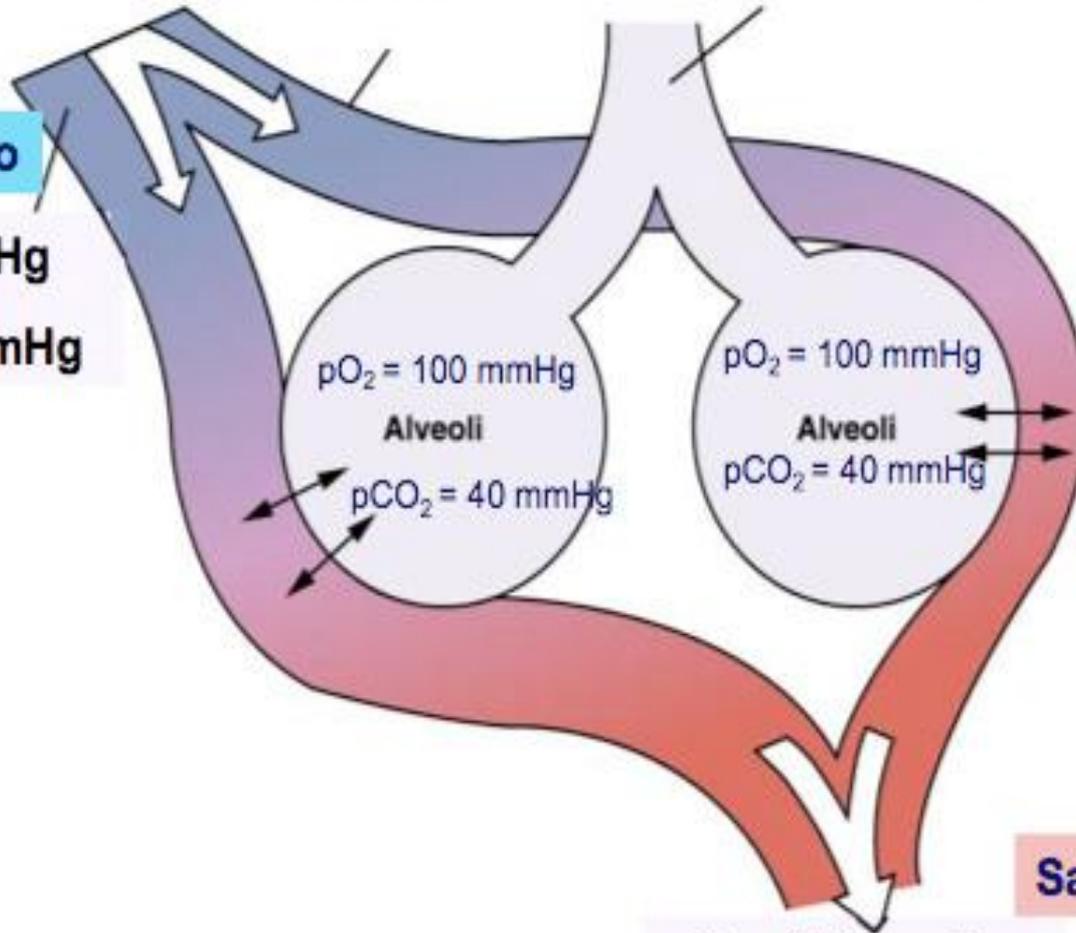
Alveoli

$pCO_2 = 40 \text{ mmHg}$

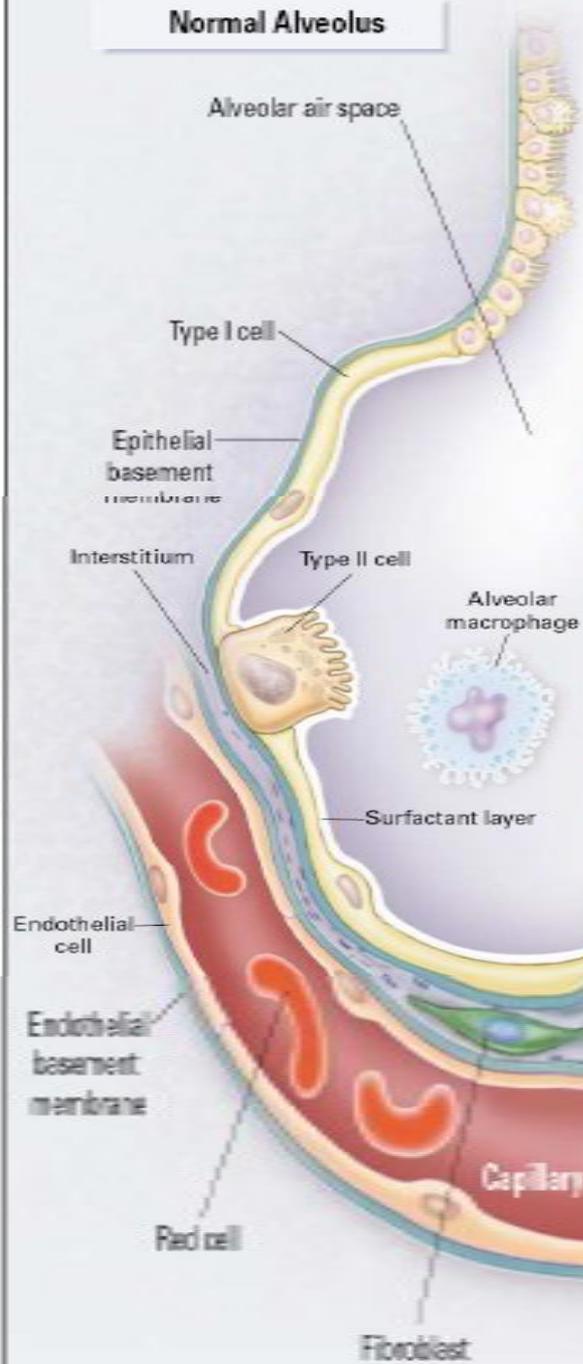
Sangue arterioso

$pO_2 = 100 \text{ mmHg}$

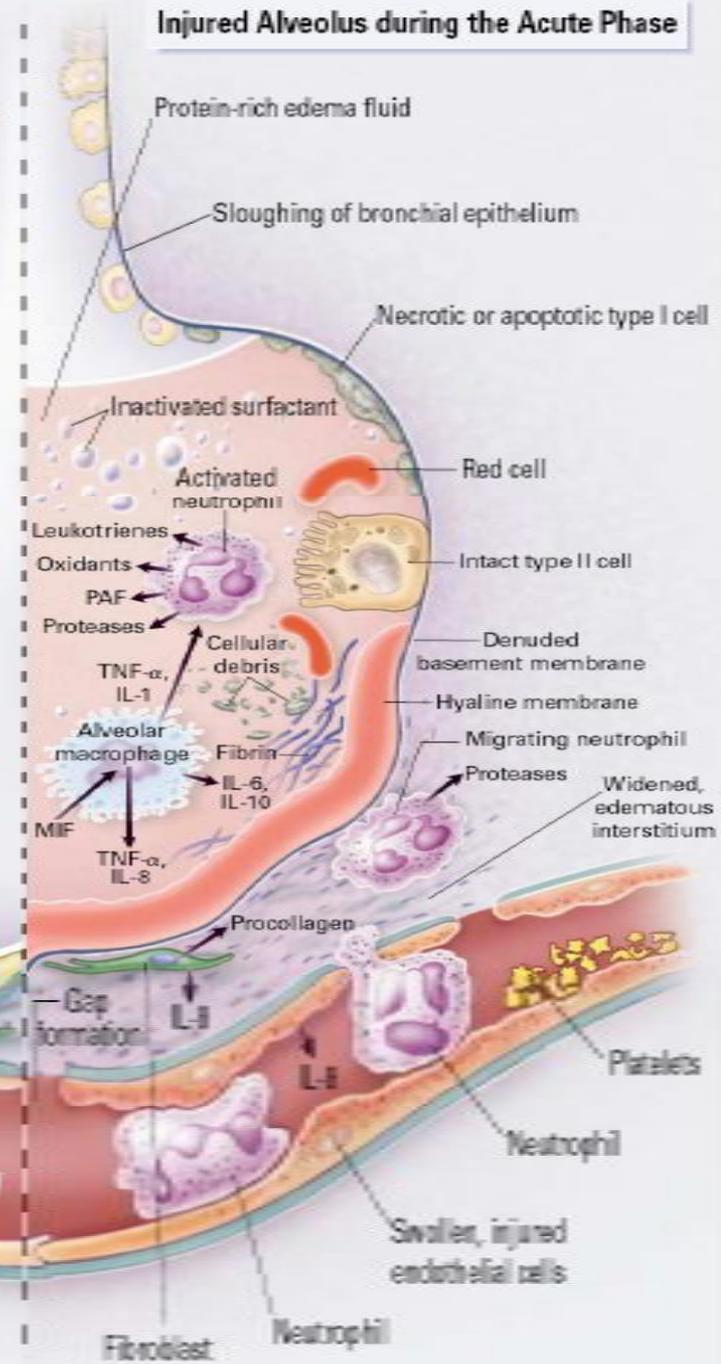
$pCO_2 = 40 \text{ mmHg}$



Normal Alveolus



Injured Alveolus during the Acute Phase



1) AUMENTO DELLA PERMEABILITÀ ALVEOLO-CAPILLARE

2) EDEMA ALVEOLARE



AUMENTO DEL PESO DEL POLMONE



COLLASSO DELLE REGIONI DECLIVI (*FORZA DI GRAVITÀ*)

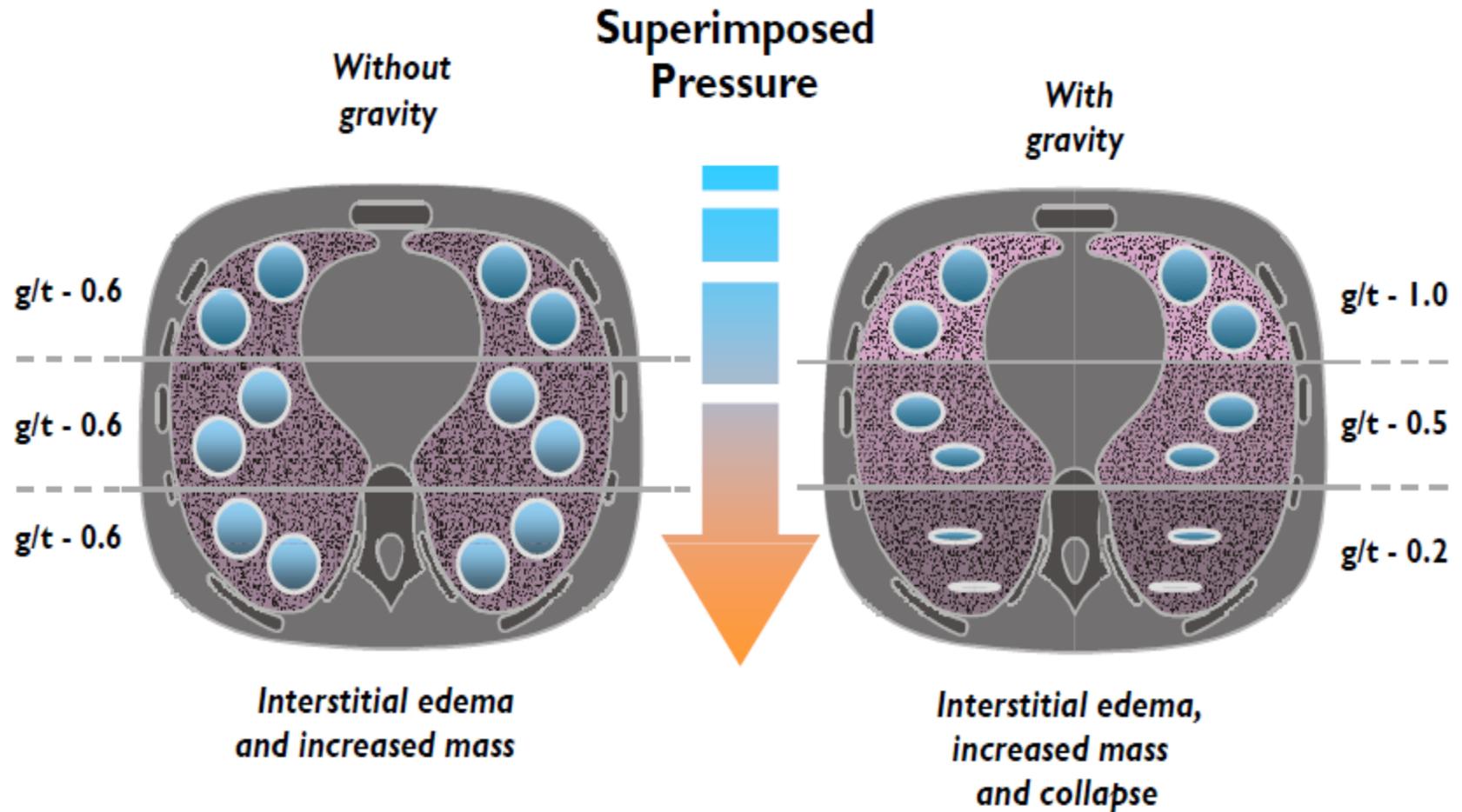


IPOSSIEMIA



DISPNEA

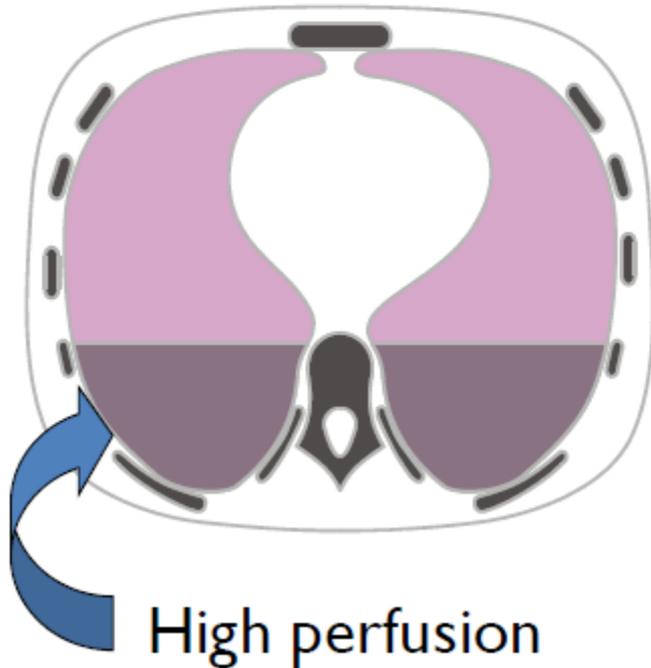
Regional analysis - The "sponge lung" model



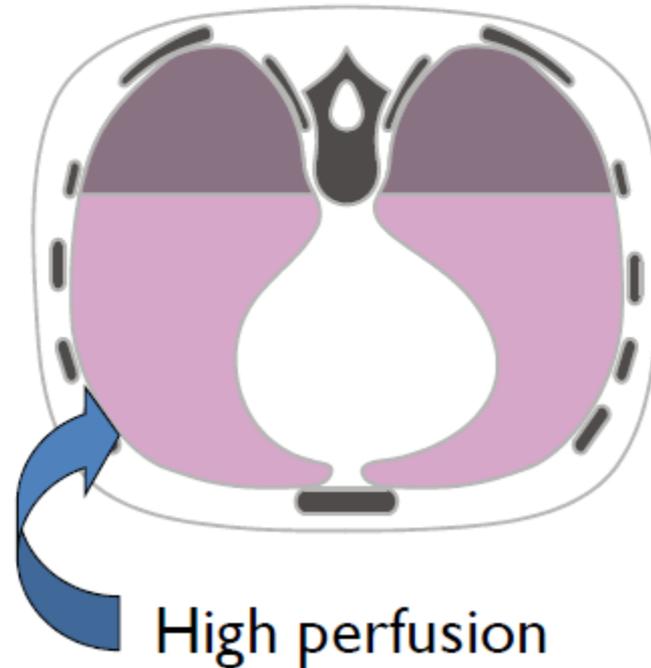
PRONAZIONE



PaO₂



PaO₂



ATELETTASIE/FOCOLAI



SHUNT!!!



PEEP (Positive End Expiration Pressure):
15 cmH₂O

SISTEMA RESPIRATORIO

polmone + gabbia toracica

```
graph TD; A([polmone + gabbia toracica]) --> B[• N° alveoli aperti  
• Rigidità alveolare]; A --> C[• Cifoscoliosi  
• Obesità  
• ↑ IAP]
```

- N° alveoli aperti
- Rigidità alveolare

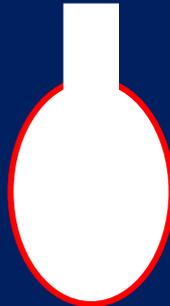
- Cifoscoliosi
- Obesità
- ↑ IAP

COMPLIANCE

$$\text{Compliance} = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$



200 ml

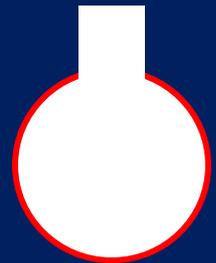


P = 0 cmH₂O
V = 50 ml

P = 10 cmH₂O
V = 250 ml



30 cmH₂O



P = 0 cmH₂O
V = 50 ml

P = 30 cmH₂O
V = 650 ml



200 ml



P = 0 cmH₂O
V = 50 ml

P = 20 cmH₂O
V = 250 ml



30 cmH₂O

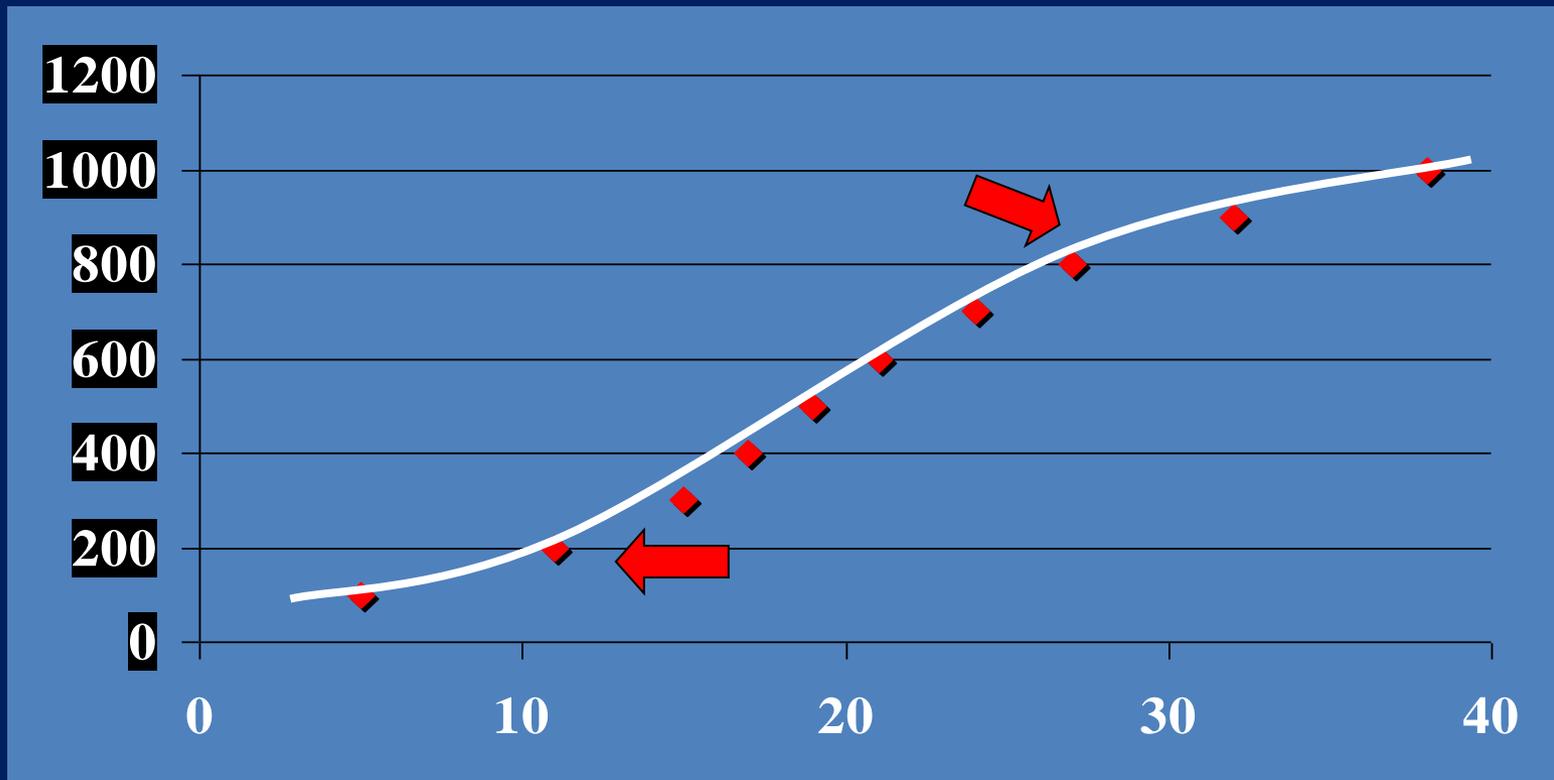


P = 0 cmH₂O
V = 50 ml

P = 30 cmH₂O
V = 350 ml

Curva Pressione/Volume

V (ml)



P (cmH₂O)

LAVORO RESPIRATORIO

ELASTICO

RESISTIVO

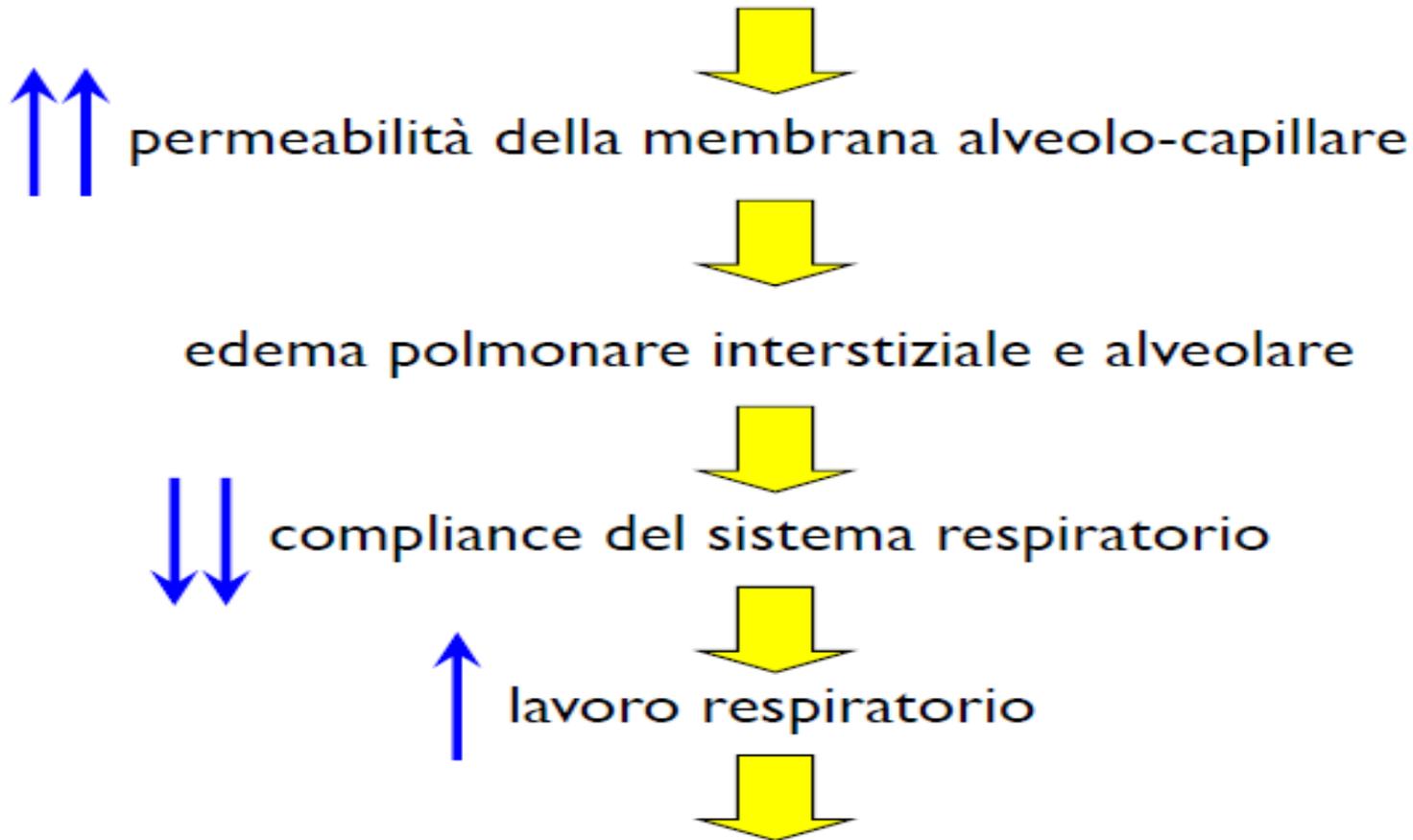
Costo metabolico del lavoro respiratorio

	$W_{esterno-tot}$	V_T	$Freq$	\dot{V}	\dot{V}_{O_2}	W_{respir}	$W_{elastico}$	$W_{resistivo}$	\dot{V}_{O_2-resp}
	Kcal/min	ml	C/min	L/min	mL/min	Kcal/min	%	%	mL/min
Riposo	0	500	15	7.5	300	$7 \cdot 10^{-4}$	67	33	3
Lavoro leggero	1.45	1600	23	37	1500	0.012	57	43	52
Lavoro pesante	4	2400	48	115	3500	0.08	39	61	352

Flusso laminare $\longrightarrow P = K_1 \cdot \dot{V}$
Flusso turbolento $\longrightarrow P = K_2 \cdot \dot{V}^2$
Flusso tracheo-bronchiale $\longrightarrow P_{din} = K_1 \cdot \dot{V} + K_2 \cdot \dot{V}^2$

LAVORO RESPIRATORIO: «ESAURIMENTO» MUSCOLARE

Insulto iniziale (stato infiammatorio)

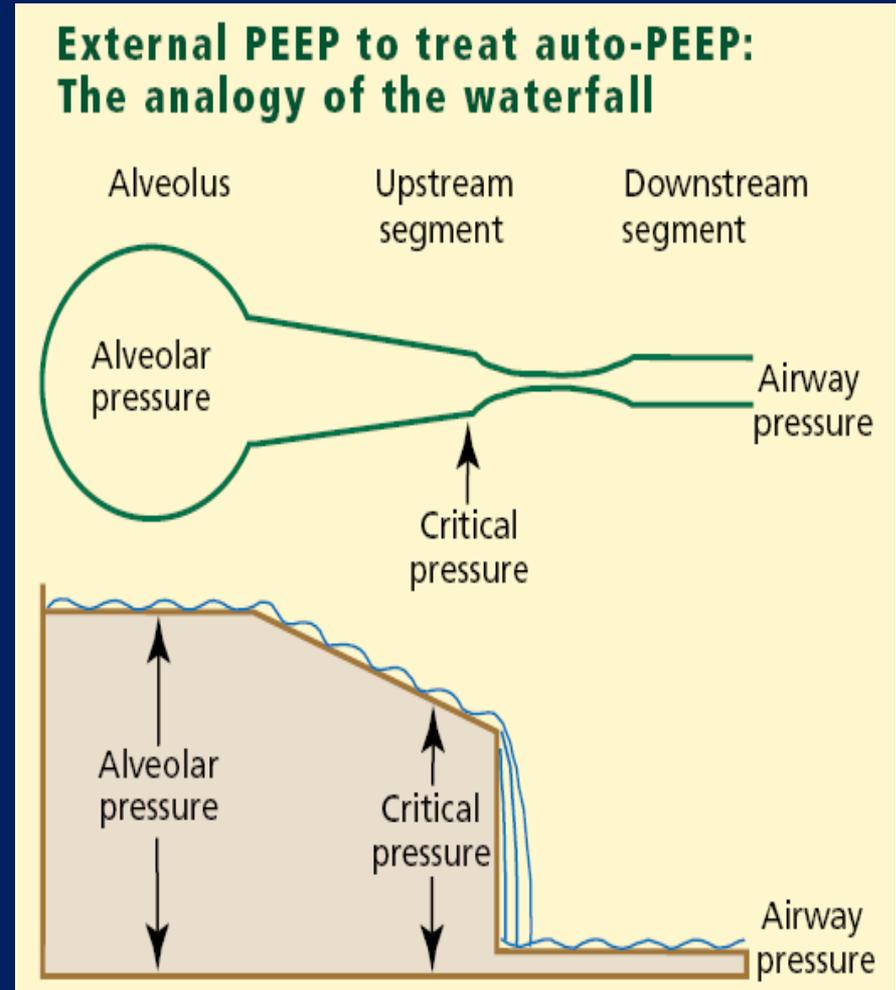
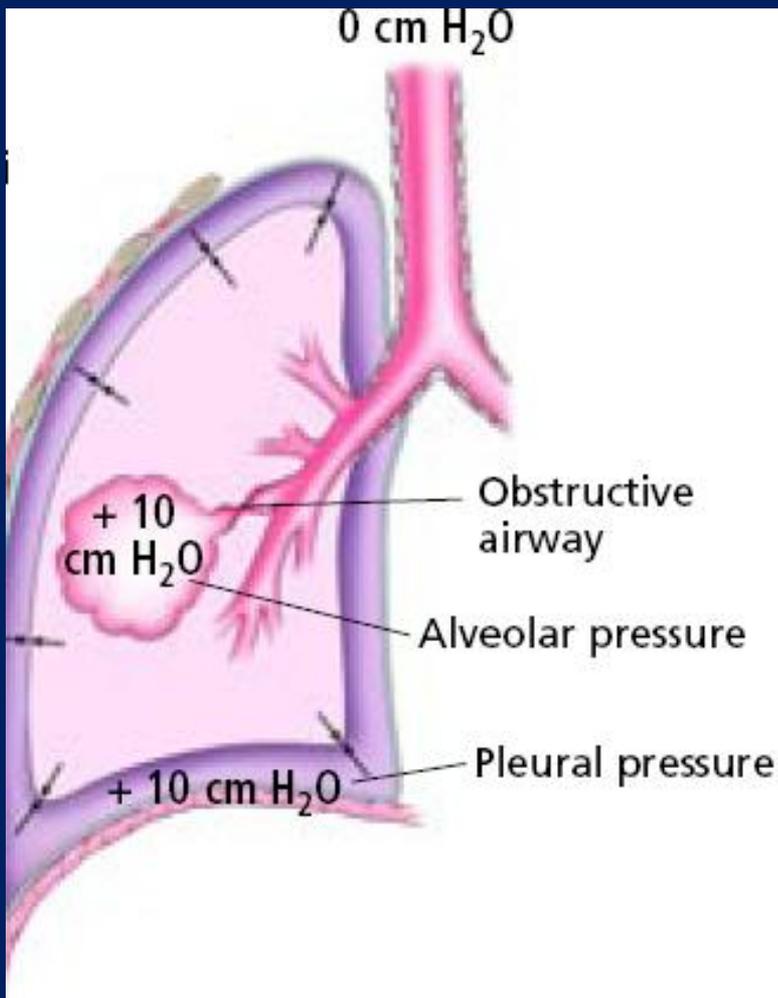


“esaurimento” respiratorio

AUTO-PEEP (PEEP_I)

*Pressione positiva di fine
espirazione (sopra la pressione
atmosferica) dovuta ad incompleto
svuotamento alveolare*

Auto-PEEP: meccanismo



Auto-PEEP: trattamento

APPLICAZIONE DI UNA PEEP
ESTERNA UGUALE AD ALMENO
 $\frac{2}{3}$ DELLA PEEPi

PERCHE' LA NIV NELL'INSUFFICIENZA RESPIRATORIA?

PERCHE' FUNZIONA!!!

- **Recluta aree atelettasiche, \uparrow FRC e TV**
- **Riduce l'acqua alveolare**
- **Migliora la compliance**
- **Riduce lavoro respiratorio e O_2 demand**
- **Riduce VA/Q e migliora PaO₂**
- **Riduce preload e afterload**

.....GRAZIE