

# INDICACIONES Y MECANISMOS DE ACCIÓN DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA (VMNI)

C. Queipo Corona

Santander, Octubre 2009



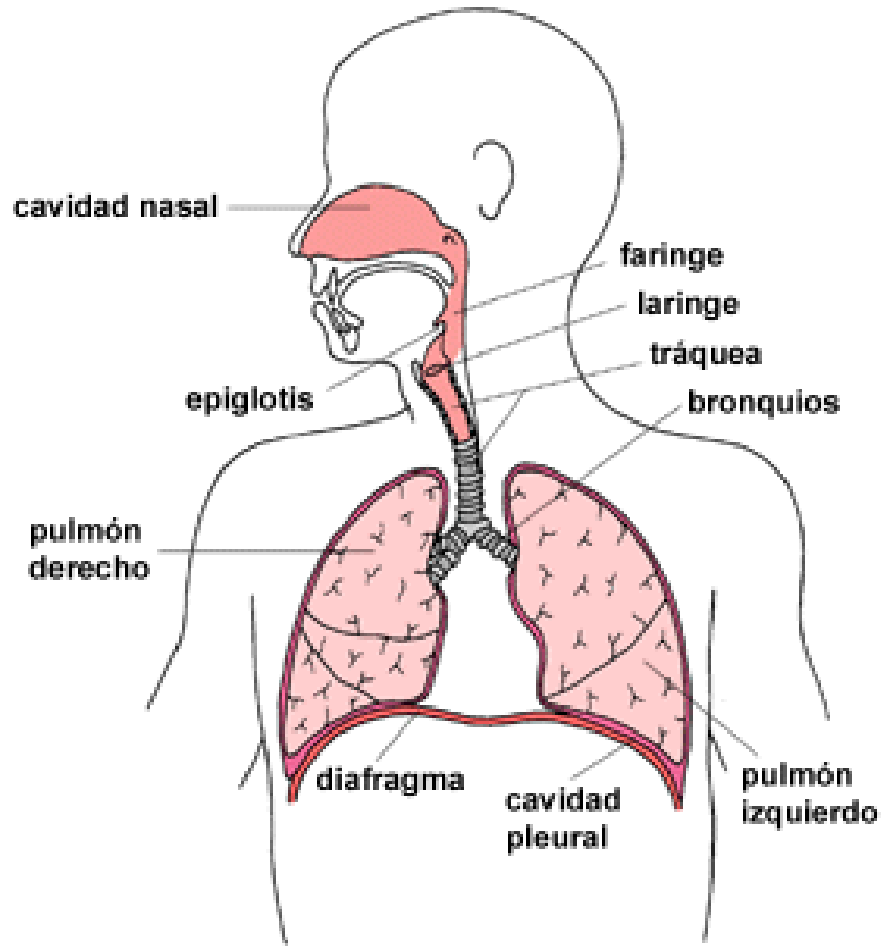
Unidad de Trastornos  
del Sueño y Ventilación  
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla  
Santander



# INDICACIONES Y MECANISMOS DE ACCIÓN DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

- ▶ Conceptos de fisiología respiratoria
- ▶ Indicaciones de la ventilación mecánica
- ▶ Mecanismos de acción de la ventilación mecánica

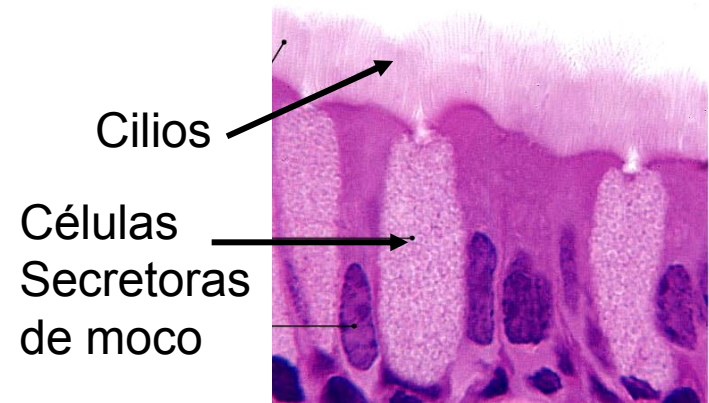
# Anatomía del sistema respiratorio



## Zona de conducción:

Función de calentar, limpiar, humedecer

## Epitelio ciliado de la tráquea

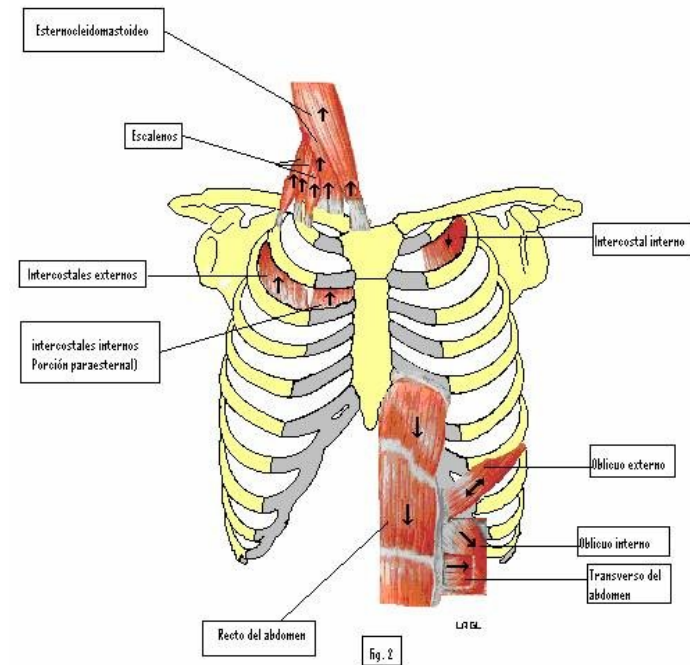


## Zona respiratoria:

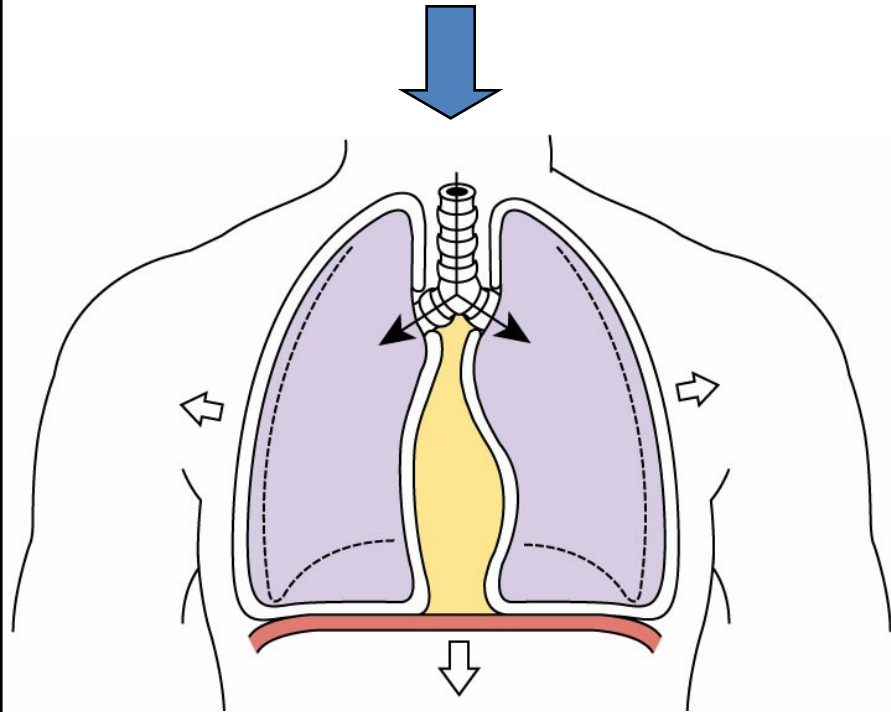
Función de intercambio de gases

# Los músculos respiratorios modifican el volumen de la caja torácica

- ▶ **Músculos inspiratorios**
  - Diafragma
  - Intercostales externos, escalenos, esternocleidomastoideo
- ▶ **Músculos espiratorios**
  - Intercostales internos
  - Pared abdominal

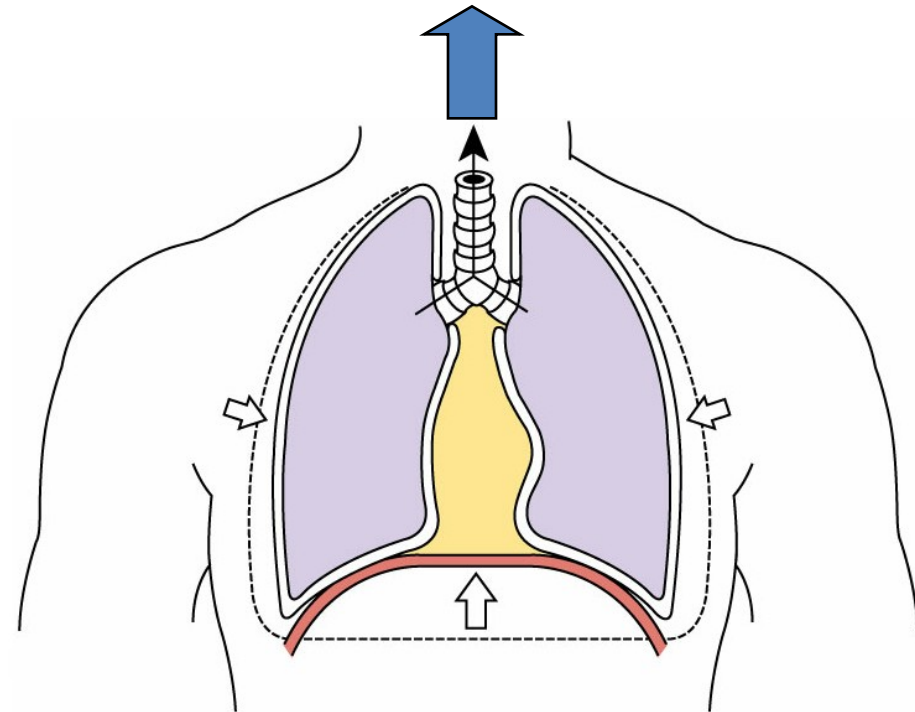


Inspiración: Entra aire



Diafragma contraído  
el volumen torácico **aumenta**

Espiración: Sale aire



Diafragma relajado  
el volumen torácico **disminuye**

La **inspiración** siempre es un  
movimiento **activo**

La **expiración** en general es un  
movimiento **pasivo**

# Funciones del aparato respiratorio

- Distribución del aire
- Intercambio de gases ( $O_2$  y  $CO_2$ )
- Filtrar, calentar y humidificar el aire que respiramos
- Regulación del pH (reteniendo o eliminando  $CO_2$ )
- Regulación de la temperatura (por pérdida de agua)
- Conversión/producción de hormonas en el pulmón
- Producción del sonido (lenguaje oral)

# Etapas de la respiración

1. Intercambio de aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares: VENTILACIÓN
2. Intercambio de  $O_2$  y  $CO_2$  entre el aire del alveolo y la sangre
3. Transporte de gases en la sangre (circulación pulmonar y sistémica)
4. Intercambio de  $O_2$  y  $CO_2$  entre la sangre y las células

# Funciones sistema toraco-pulmonar

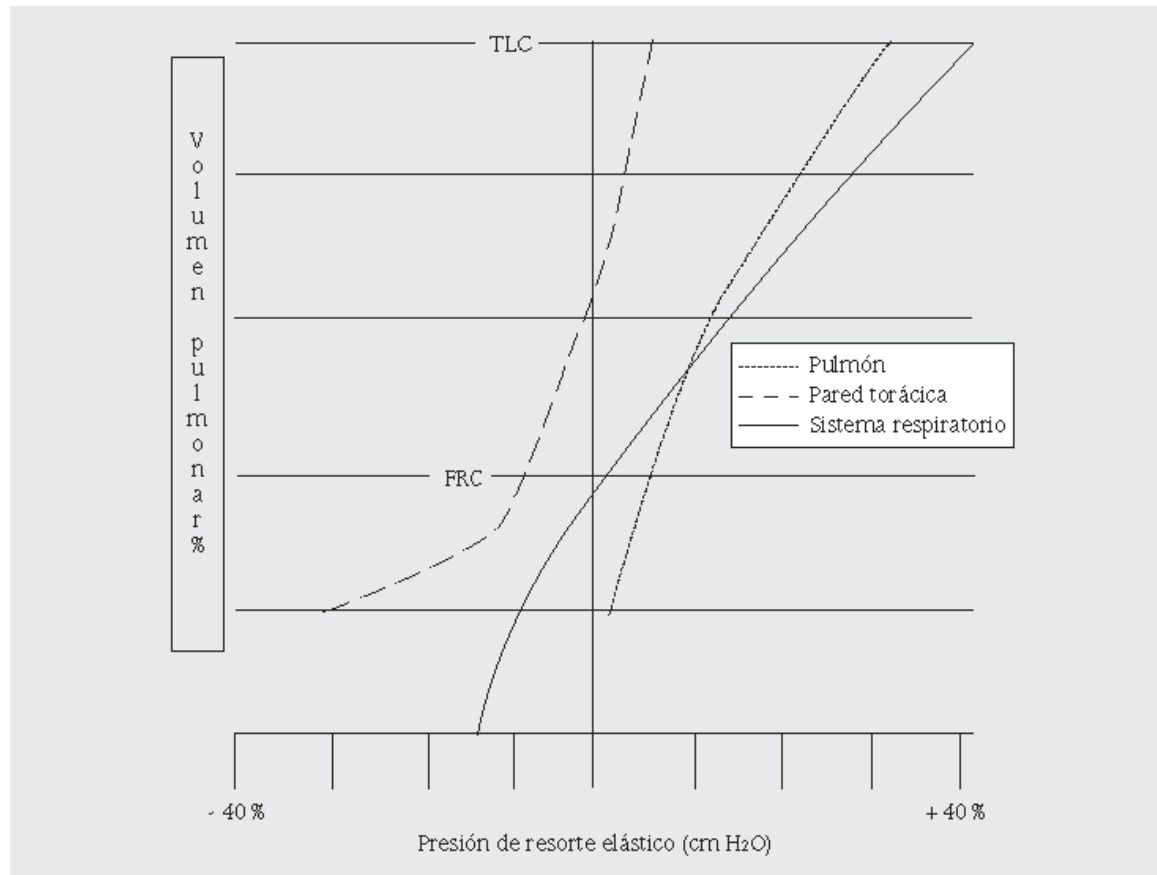
- ▶ Mantener el intercambio gaseoso entre el medio externo y el interno
  - mantener el aporte de O<sub>2</sub>
  - permitir eliminar CO<sub>2</sub> (“la ventilación”)



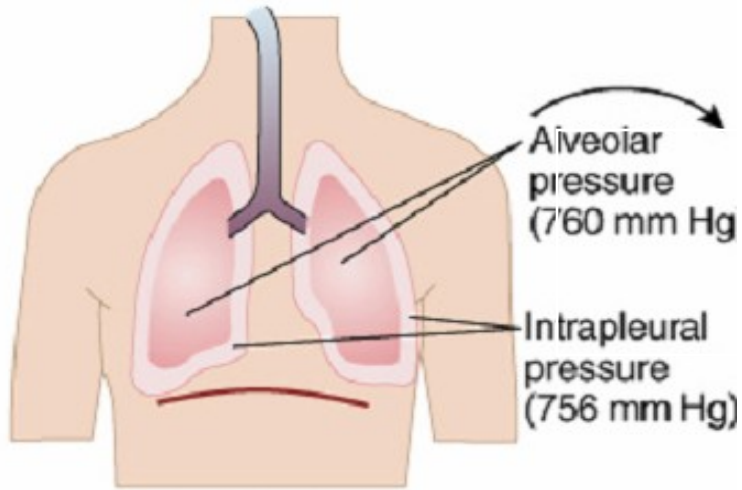
# Funciones sistema toraco-pulmonar

- ▶ Captación de O<sub>2</sub> depende de:
  - Gasto cardiaco
  - Diferencia a-v pulmonar de O<sub>2</sub>
  
- ▶ Eliminación de CO<sub>2</sub> depende de:
  - “bomba toraco-pulmonar”
  - Control de centros respiratorios

# Ventilación fisiológica

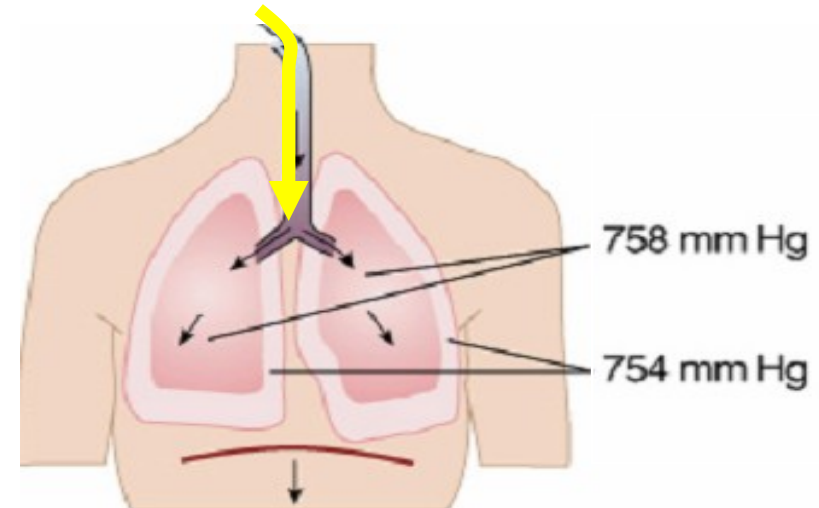


# ¿Por qué entra y sale el aire de los pulmones?



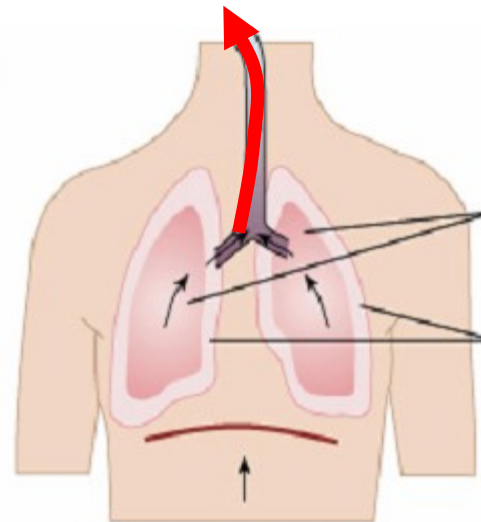
## 1. REPOSO

$P_{\text{alveolar}}$  igual que  $P_{\text{atmosférica}}$



## 2. INSPIRACION

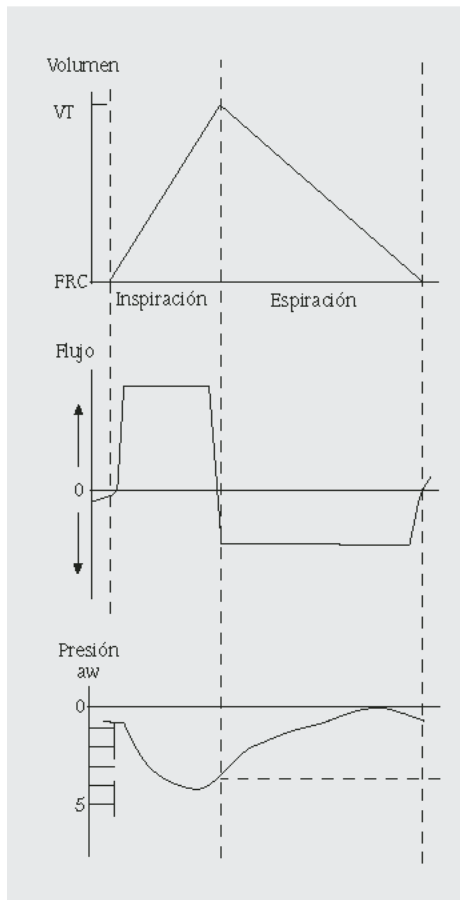
$P_{\text{alveolar}}$  menor que  $P_{\text{atmosférica}}$



## 3. ESPIRACION

$P_{\text{alveolar}}$  mayor que  $P_{\text{atmosférica}}$

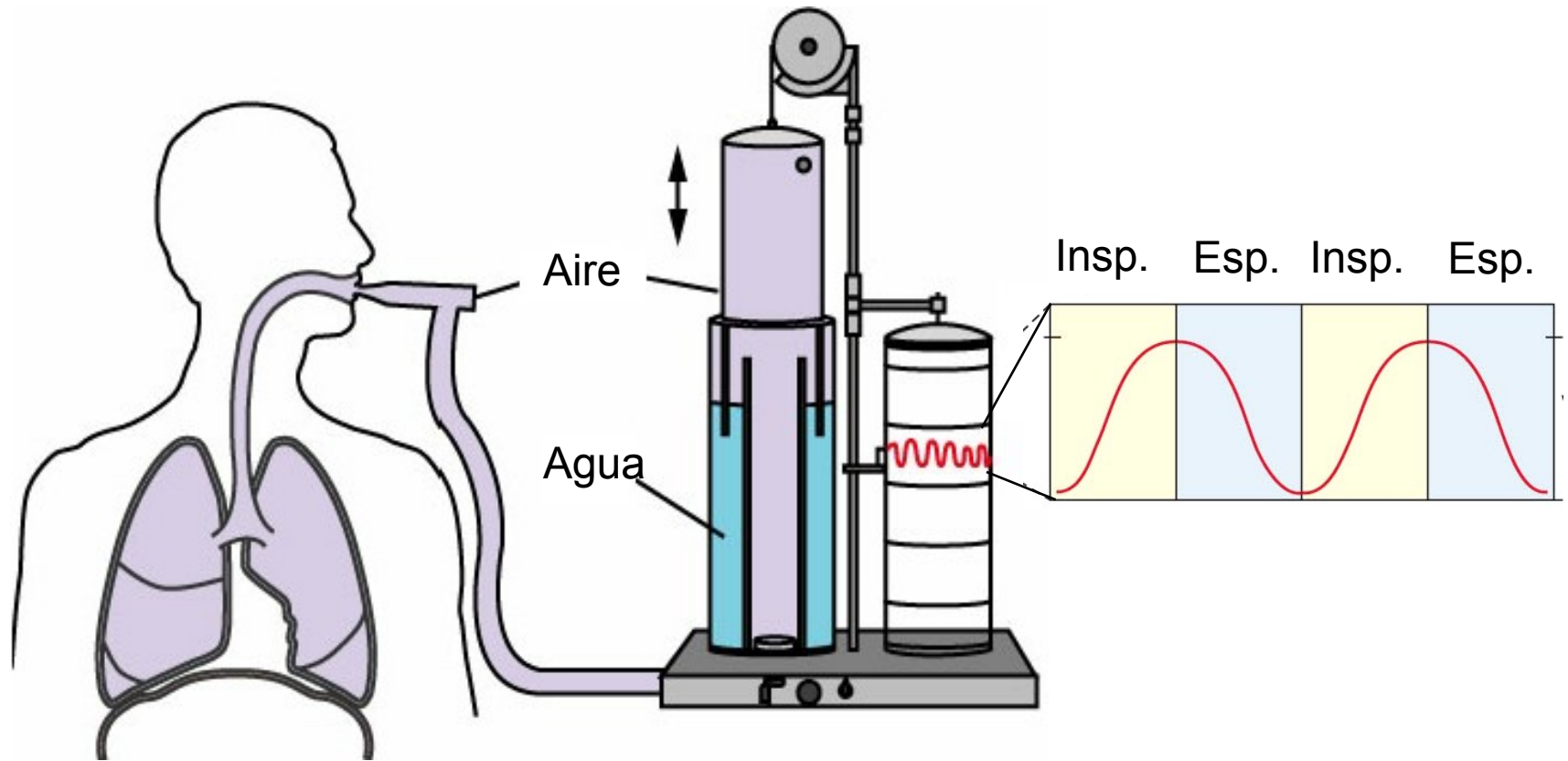
# Ventilación fisiológica



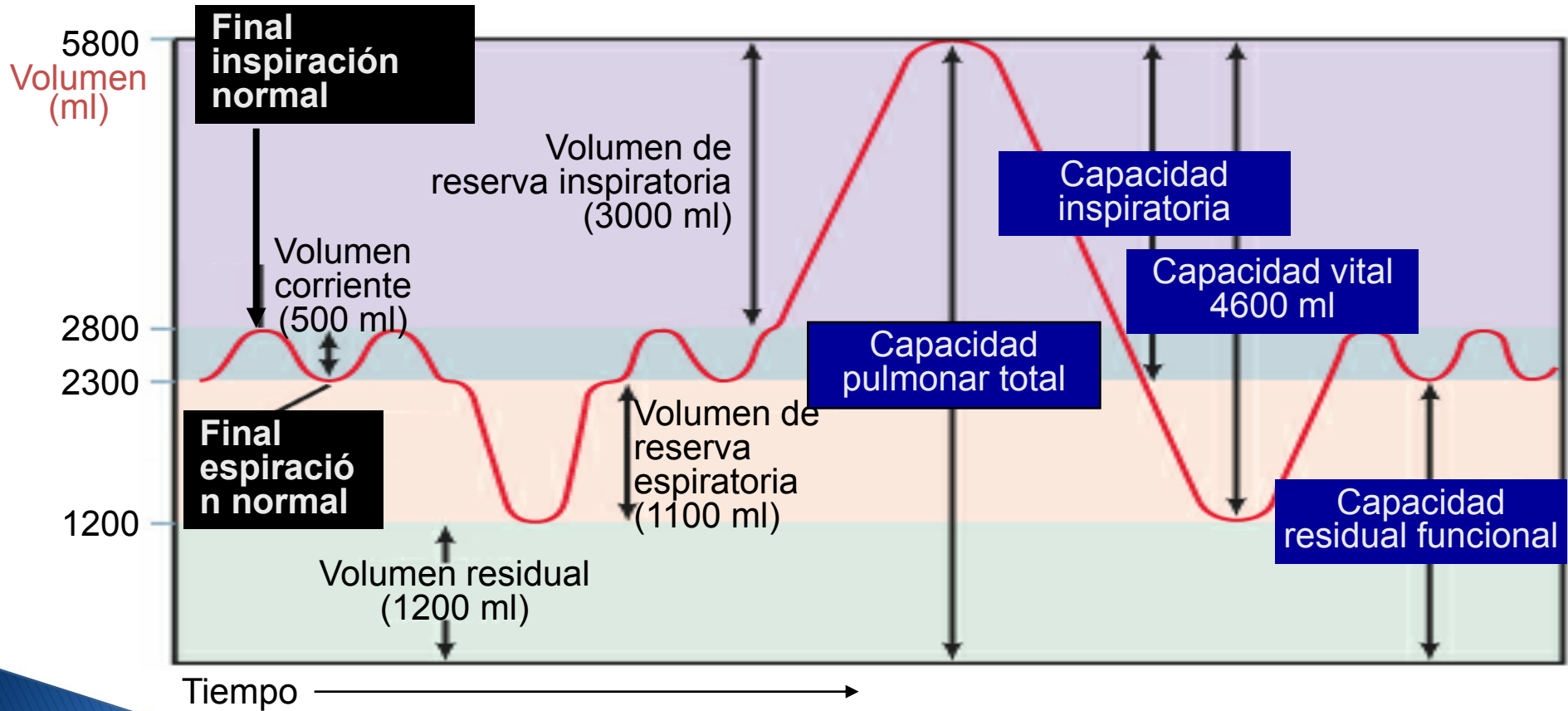
# Mecánica ventilatoria

- La **ventilación pulmonar** es el movimiento de aire que mueven los pulmones
- La **ventilación pulmonar** depende de:
  - 1. Volumen de aire que entra en cada inspiración
  - 2. Frecuencia respiratoria

# Espirometría



# Volúmenes y capacidades pulmonares



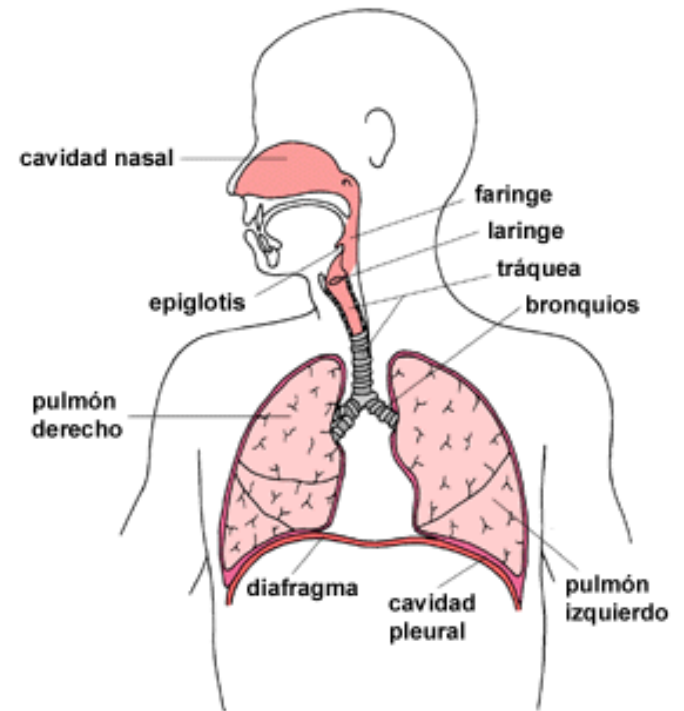
# Definiciones

- ▶ Volumen corriente (VC)  
Volumen de aire que intercambiamos en una respiración (~0.5 litros en reposo)
- ▶ Frecuencia respiratoria (FR)  
Número de respiraciones por minuto (~12 en reposo)
- ▶ Ventilación pulmonar (Volumen minuto)  
 $VC \times FR$   
 $0.5 \text{ l/resp} \times 12 \text{ resp/minuto} = 6 \text{ litros/minuto}$



# Espacio muerto

Parte del aparato respiratorio que no intercambia gases con la sangre



# Resistencias pulmonares

- ▶ Resistencias aéreas (dinámicas):  
dependen del diámetro de las vías aéreas, del flujo de aire y del volumen pulmonar. Pueden ser importantes en patología por estrechamiento de las vías (asma, bronquitis crónica,...)
- ▶ Resistencias elásticas (estáticas):  
dependen de la distensibilidad pulmonar o *compliance* (elasticidad y tensión superficial) y son las más importantes en condiciones normales.

# Distensibilidad pulmonar (*“compliance”*)

- ▶ Depende de:
  - Elasticidad pulmonar
  - Tensión superficial en los alvéolos (papel del surfactante pulmonar)

# Ecuación del movimiento

$$P_{tot} = \text{Flujo} \times R_{aw} + \text{Volumen/Compliance}$$

# Cuestiones fundamentales

- ▶ La presión de la vía aérea es consecuencia de la de la debida a la resistencia y *compliance* totales del sistema respiratorio.
- ▶ Cuando no hay flujo, la presión en la vía aérea se iguala a la intrapulmonar.
- ▶ Cuando hay flujo es porque hay una diferencia de presión.
- ▶ Si se aplica una presión se produce un flujo que tiene a igualar la diferencia de presión creada. Como consecuencia de ello se vence la resistencia al flujo y en el sistema de menos presión se produce un aumento de volumen.

# INDICACIONES Y MECANISMOS DE ACCIÓN DE LA VMNI

- ▶ Conceptos de fisiología respiratoria
- ▶ Indicaciones de la ventilación mecánica
- ▶ Mecanismos de acción de la ventilación mecánica

# Indicaciones VMNI: Objetivos

- ▶ Conseguir y mantener una adecuada oxigenación arterial y mejorar el equilibrio acido-base.

# Indicaciones VMNI: Objetivos

- ▶ Conseguir y mantener una adecuada oxigenación arterial y mejorar el equilibrio acido-base.
- ▶ Aumentar la ventilación alveolar y reducir la PaCO<sub>2</sub>.



# Indicaciones VMNI: Objetivos

- ▶ Conseguir y mantener una adecuada oxigenación arterial y mejorar el equilibrio acido-base.
- ▶ Aumentar la ventilación alveolar y reducir la PaCO<sub>2</sub>.
- ▶ Reducir el trabajo respiratorio y la carga de la bomba muscular respiratoria, revertir la fatiga muscular.

# Indicaciones VMNI: Objetivos

- ▶ Conseguir y mantener una adecuada oxigenación arterial y mejorar el equilibrio acido-base.
- ▶ Aumentar la ventilación alveolar y reducir la PaCO<sub>2</sub>.
- ▶ Reducir el trabajo respiratorio y la carga de la bomba muscular respiratoria, revertir la fatiga muscular.
- ▶ Disminuir el consumo de oxígeno sistémico.

# Indicaciones VMNI: Objetivos

- ▶ Conseguir y mantener una adecuada oxigenación arterial y mejorar el equilibrio acido-base.
- ▶ Aumentar la ventilación alveolar y reducir la PaCO<sub>2</sub>.
- ▶ Reducir el trabajo respiratorio y la carga de la bomba muscular respiratoria, revertir la fatiga muscular.
- ▶ Disminuir el consumo de oxígeno sistémico.
- ▶ Evitar la intubación orotraqueal y la ventilación mecánica invasiva.

# Criterios de inclusión para VMNI en IRA

## ▶ Clínicos

- Disnea moderada, intensa o mayor de lo habitual
- Frecuencia respiratoria  $>24$  rpm en IRCA o  $>30$  en IRA
- Uso de músculos accesorios o respiración paradójica

## ▶ Gases sanguíneos

- $\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg,  $\text{pH} < 7,35$
- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < \text{de } 200$

# Criterios de exclusión para VMNI en IRA

## ▶ Absolutos

- Indicación de IOT y ventilación mecánica invasiva
- Falta de cooperación o agitación intensa
- Incapacidad para proteger la vía aérea
- Inestabilidad cardiovascular
- Obstrucción de la vía aérea superior
- Imposibilidad de ajustar la máscara
- Traqueostomía
- Cirugía esofágica o gástrica recientes

## ▶ Relativos

- Ansiedad extrema
- Obesidad mórbida (>200% del peso ideal)
- Secreciones abundantes

# **PRECAUCION**



*La VMNI no está diseñada para ventilación de apoyo vital y no debe ser utilizada en casos en que los pacientes requieran intubación inminente.*

# Indicaciones de VMNI en IRA

- ▶ IRA hipercápnica
  - Patología obstructiva:
    - EPOC agudizado
    - Fibrosis quística
  - Patología restrictiva:
    - Deformidades de la caja torácica
    - Enfermedad neuromuscular
    - Síndrome hipoventilación-obesidad
- ▶ IRA hipoxémica sin hipercapnia
  - Neumonía grave de la comunidad
  - Neumonía grave con inmunosupresión
  - Hemopatías malignas
  - SDRA
  - Traumatismos
  - Postoperatorio abdominal o torácico
- ▶ IRA del edema agudo de pulmón cardiogénico
- ▶ IRA postextubación
- ▶ Destete de ventilación invasiva
- ▶ IRA y contraindicación de intubación endotraqueal

# Criterios de inclusión para VMNI en IRC

- ▶ **Patología restrictiva**
  - Síntomas vespertinos o signos de cor pulmonale, y
  - PaCO<sub>2</sub> diurna > 45 mmHg o SpO<sub>2</sub> nocturna <90% más de 5 minutos o mayor del 10% del total del tiempo monitorizado
  - Ingresos hospitalarios repetidos por IRA o retención persistente de CO<sub>2</sub> posterior
- ▶ **Patología obstructiva**
  - Fatiga, disnea importante o somnolencia exagerada, y
  - PaCO<sub>2</sub> basal > 55 mmHg o PaCO<sub>2</sub> 50-54 mmHg con SaO<sub>2</sub> nocturna < 88% más de 5 minutos o mayor del 10% del total del tiempo monitorizado con O<sub>2</sub> suplementario.
  - Fracaso de la terapia médica masiva y empeoramiento progresivo



# Criterios de exclusión para VMNI en IRC

## ▶ Absolutos

- Incapacidad para proteger la vía aérea
- Necesidad de soporte ventilatorio continuo o durante más de 16 horas al día (relativo, valorar traqueostomía)

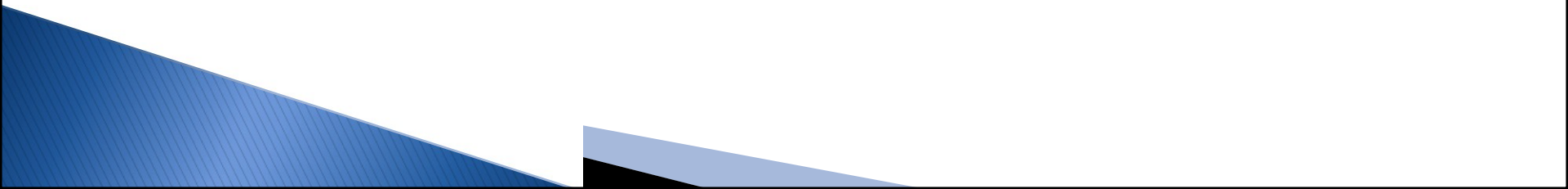
## ▶ Relativos

- Secreciones excesivas
- Anomalías anatómicas faciales que impiden la correcta sujeción de la máscara
- Insuficiente motivación del enfermo o de su familia
- Falta de cooperación o insuficiente colaboración

# Indicaciones de VMNI en IRC

- ▶ IRC secundaria a patología restrictiva
  - Deformidad de la caja torácica
    - Cifoescoliosis
    - Fibrotórax secundario a toracoplastia o posttuberculosis
  - Enfermedad neuromuscular de progresión lenta
    - Distrofia muscular progresiva
    - Distrofia muscular de Duchenne
    - Esclerosis múltiple
    - Esclerosis lateral amiotrófica
    - Atrofia muscular espinal
    - Lesión cervical de la médula espinal
    - Parálisis diafragmática bilateral
    - Síndrome postpoliomielitis
- ▶ IRC secundaria a patología obstructiva
  - EPOC estable
- ▶ Hipoventilación central y SAHS

# INDICACIONES Y MECANISMOS DE ACCIÓN DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

- ▶ Conceptos de fisiología respiratoria
  - ▶ Indicaciones de la ventilación mecánica
  - ▶ Mecanismos de acción de la ventilación mecánica
- 

# Principales modalidades de ventilación con presión positiva

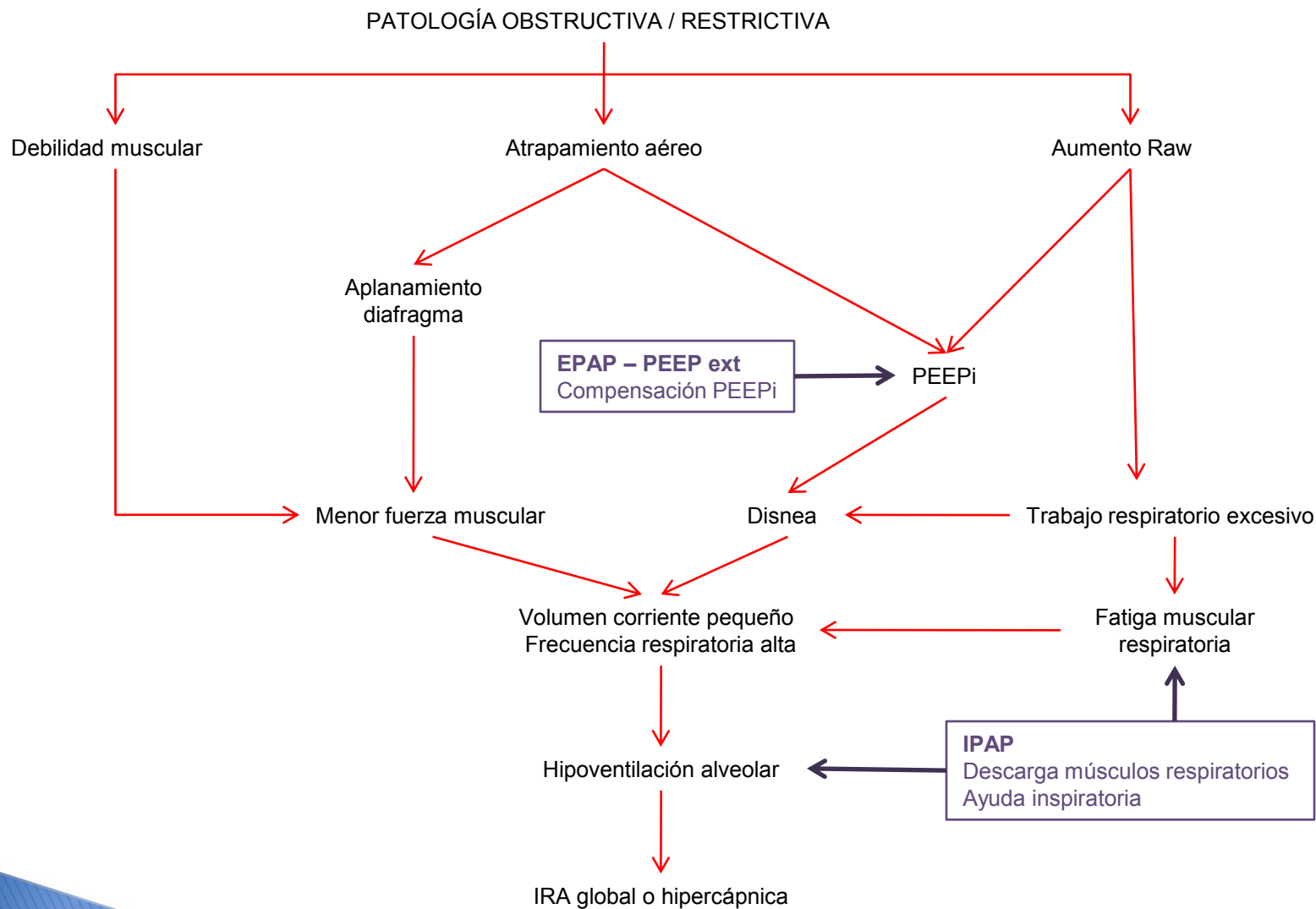
<b>Tipo</b>	<b>Formas</b>	<b>Ciclado</b>
Ventilación controlada por volumen (VCV)	Ventilación controlada	Tiempo
	Ventilación asistida	Volumen
Ventilación controlada por presión (VCP)	Ventilación controlada	Tiempo
	Ventilación asistida	Volumen
Presión de soporte (PS)	Asistida	Flujo
BiPAP	Controlada	Tiempo
	Asistida	Flujo

# *Ventilación mecánica*

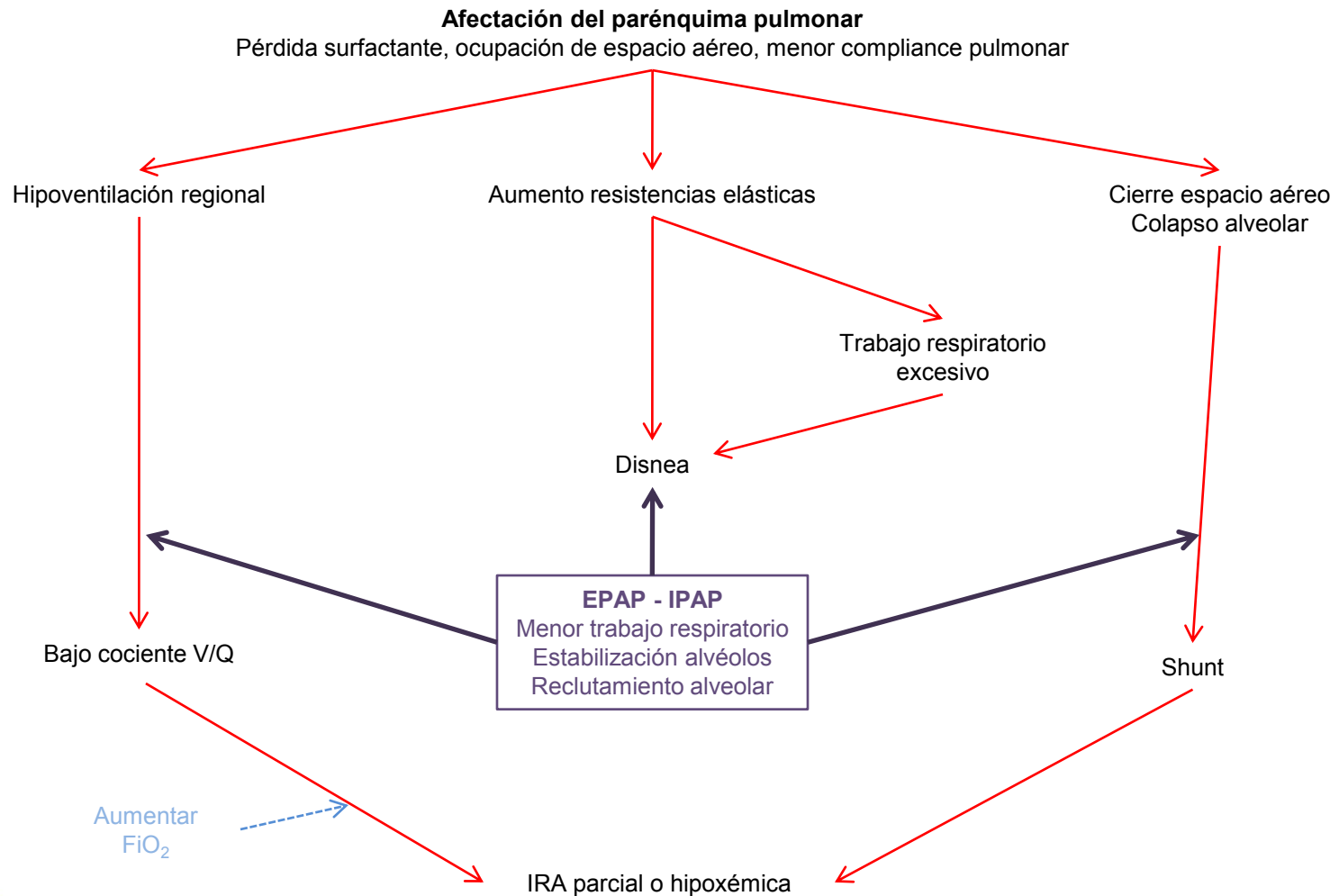
Si se fija el volumen, varia la presión.....si se fija la presión, varia el volumen.....en función de la compliance.....

$$\text{COMPLIANCE} = \Delta \text{ Volume} / \Delta \text{ Pressure}$$

# Efecto de la VMNI en la IRA hipercápnica



# Efecto de la VMNI en la IRA hipoxémica







# Preguntas y Comentarios

