

# VENTILACIÓN MECÁNICA

## PROGRAMACIÓN BÁSICA

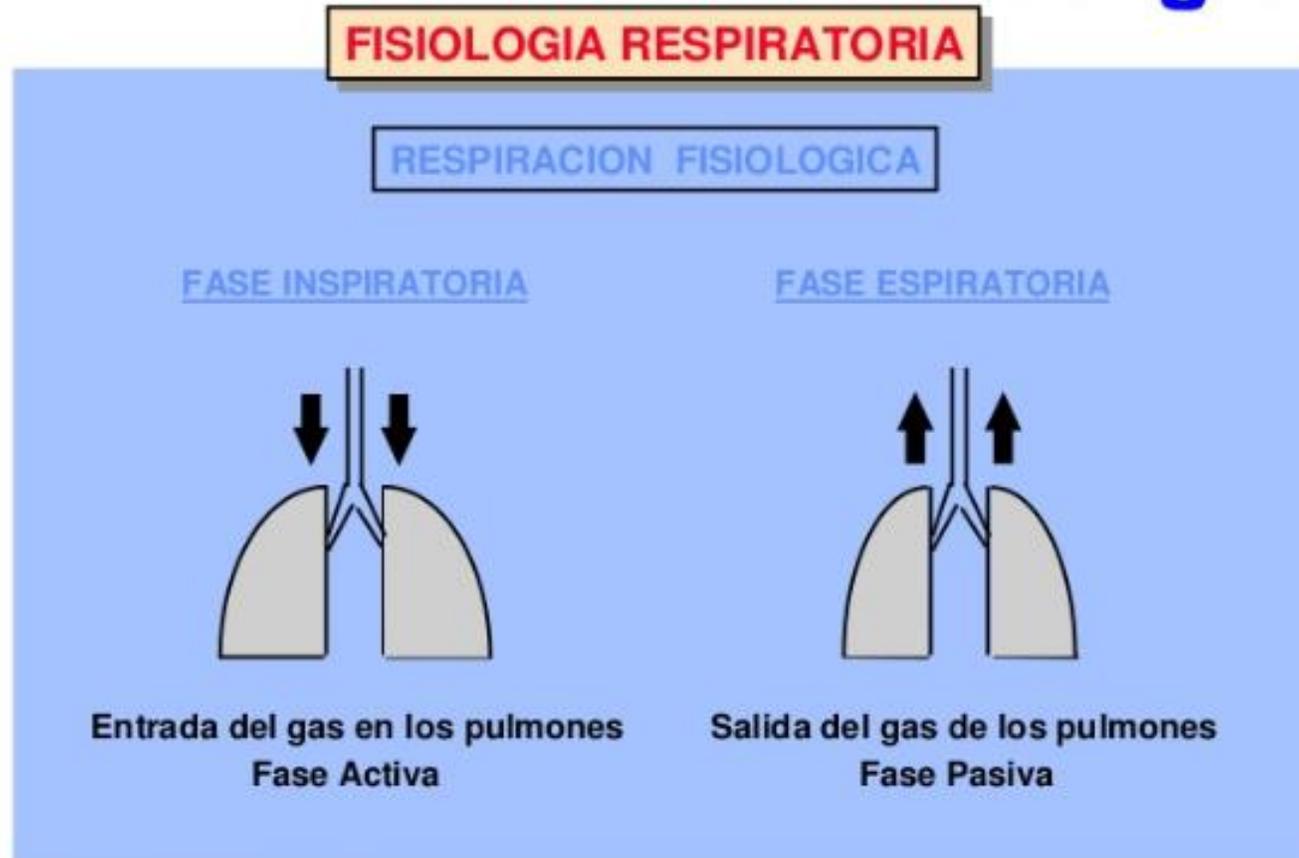
DR CARLOS JESUS GONZALEZ GARCÍA  
MEDICINA INTERNA/RMEEC



# VENTILACIÓN MECÁNICA

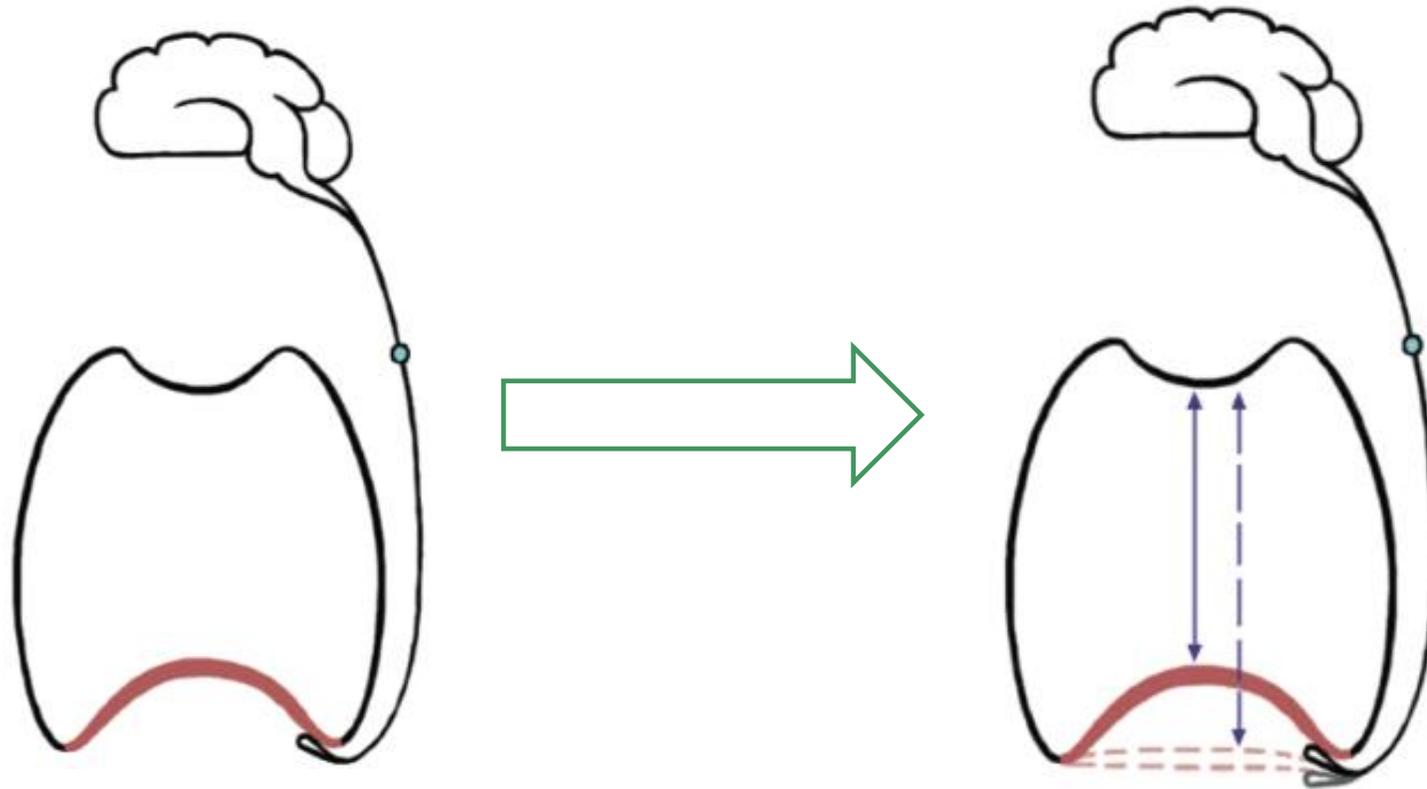
- La ventilación mecánica se considera un procedimiento utilizado para sostener la respiración de modo transitorio
- El paciente con VM no siempre se encuentra con insuficiencia respiratoria
- La VM afecta/modifica los mecanismos fisiológicos
- El propósito inicial del sistema respiratorio es lograr un intercambio gaseoso efectivo
- Corrección de hipoxemia
- Corregir demanda excesiva en compromiso cardiovascular

# FISIOLOGÍA DE VENTILACIÓN MECÁNICA



1. Ventilación mecánica, Libro del comité de Neumología Crítica de la SATI, 2da edición, editorial Panamericana, capítulo 5, páginas 05-27  
2. <http://www.fundamentosventilacionmecanica.com/C4.html>

# FISIOLOGÍA DE VENTILACIÓN MECÁNICA

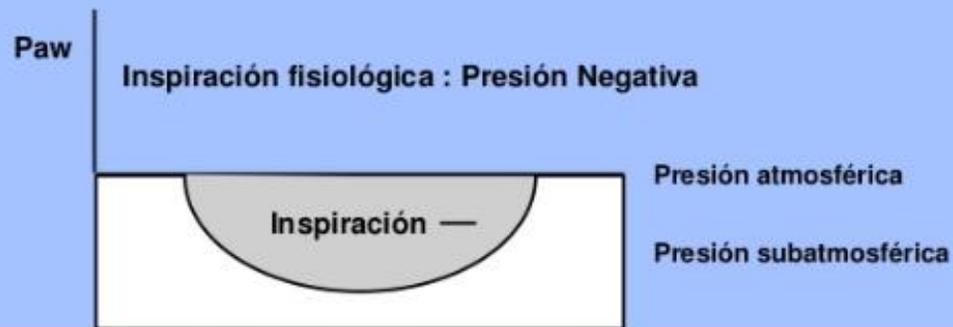


# FISIOLOGÍA DE VENTILACIÓN MECÁNICA

## RESPIRACION FISIOLÓGICA

**FASE INSPIRATORIA** : Entrada del gas en los pulmones. FASE ACTIVA.

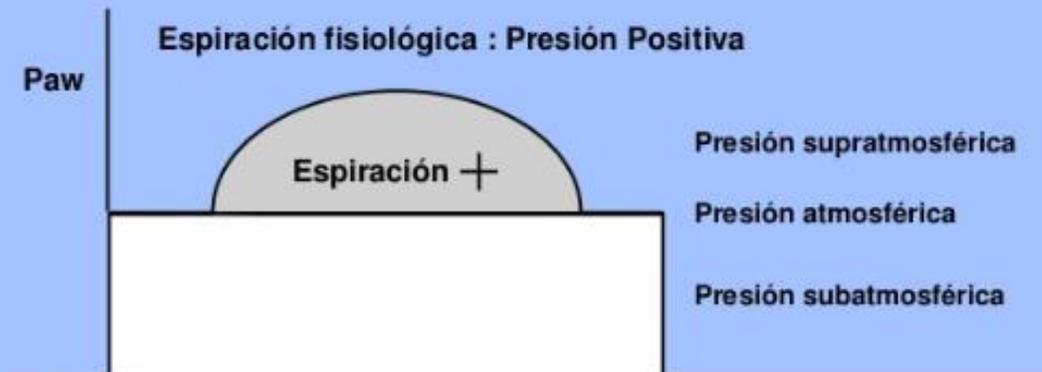
Contracción musculatura respiratoria → ↓ Diafragma + ↑ Diámetros Tórax →  
→ Presión Subatmosférica → Flujo de gas que llena los pulmones



## RESPIRACION FISIOLÓGICA

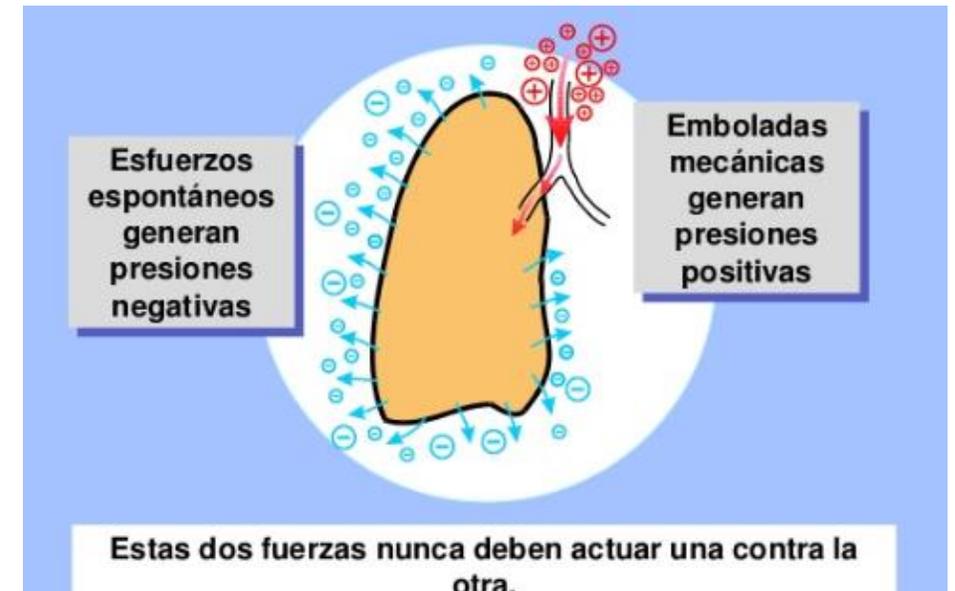
**FASE ESPIRATORIA** : Salida del gas de los pulmones. FASE PASIVA.

Relajación musculatura respiratoria → ↑ Diafragma + ↓ Diámetros Tórax →  
→ Presión Supratmosférica → Flujo de gas que que sale de los pulmones



# FISIOLOGÍA DE VENTILACIÓN MECÁNICA

- Entre los objetivos de la ventilación mecánica se encuentran:
  - I. Mejorar el intercambio gaseoso
    - a) Ventilación alveolar en fallo respiratorio
    - b) Oxigenación arterial, en fallo hipoxémico y ventilatorio
      - I. Mantener/ restaurar el volumen pulmonar
        - a) Aumentar la distensibilidad
        - b) Prevenir la lesión pulmonar inducida por ventilador
        - c) Evitar el atrapamiento aéreo

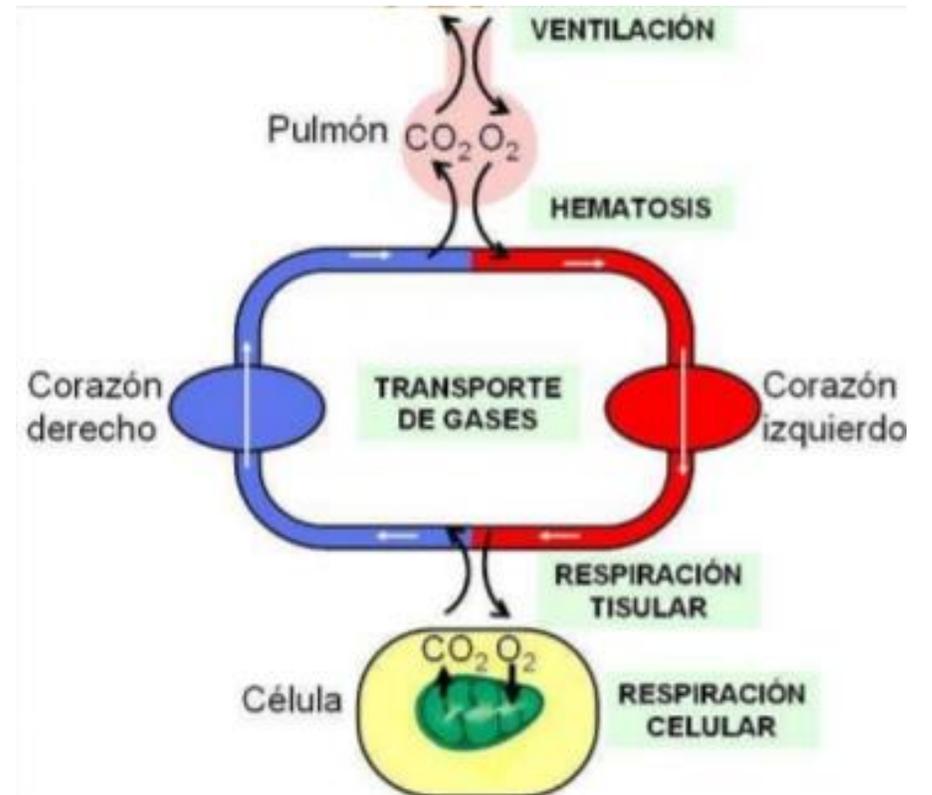


# FISIOLOGÍA DE VENTILACIÓN MECÁNICA

- a) Evitar el atrapamiento aéreo
  - I. Reducir el trabajo respiratorio
- a) Disminuir la carga de los músculos y el costo de oxígeno en la respiración
  - I. Mejorar la oxigenación tisular
- a) aumentar la disponibilidad de oxígeno en sangre
- b) Permitir la redistribución de oxígeno hacia parénquimas vitales

# PROGRAMACIÓN BÁSICA

- Las indiciones de la ventilación mecánica están basadas en objetivos fisiológicos, que incluyen:
  1. Mejorar el intercambio gaseoso
  2. Reducir el trabajo respiratorio
  3. Mejorar el volumen pulmonar



# VENTILACIÓN GUIADA POR METAS

- Depresión del nivel de consciencia: inquietud, agitación, confusión, coma
- Trabajo respiratorio excesivo: disnea, taquipnea, uso de la musculatura respiratoria accesoria
- Fatiga muscular: asincronía toracoabdominal, respiración paradójica
- Signos de hipoxemia o hipercapnia: taquicardia, hipertensión arterial, cianosis, sudoración profusa

- Apnea o parada respiratoria inminente
- Exacerbación aguda de enfermedad pulmonar obstructiva crónica que curse con acidosis respiratoria aguda y presente alguna contraindicación para la ventilación no invasiva
- Insuficiencia ventilatoria aguda secundaria a enfermedad neuromuscular, acompañada de acidosis respiratoria aguda, disminución progresiva de la capacidad vital o reducción creciente de la capacidad inspiratoria
- Insuficiencia respiratoria aguda con hipoxemia que no responde
- Shock cardiogénico

	Valor normal	Indicación de ventilación mecánica
<b>Ventilación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PaCO<sub>2</sub> (mm Hg)</li> <li>• pH</li> <li>• V<sub>D</sub>/V<sub>T</sub></li> </ul>	35-45 7,35-7,45 0,2-0,4	> 55 < 7,30 > 0,6
<b>Oxigenación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PaO<sub>2</sub> (mm Hg)</li> <li>• SaO<sub>2</sub> (%)</li> <li>• F<sub>I</sub>O<sub>2</sub></li> <li>• PaO<sub>2</sub>/F<sub>I</sub>O<sub>2</sub></li> <li>• P(A-a)O<sub>2</sub> con F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> = 1 (mm Hg)</li> <li>• Q<sub>s</sub>/Q<sub>t</sub> (%)</li> </ul>	75-100 > 95 0,21 350-450 25-65 ≤ 5	< 60 < 90 > 0,6 < 200 > 450 > 20
<b>Mecánica ventilatoria:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen circulante (ml/kg)</li> <li>• Frecuencia respiratoria (resp/min)</li> <li>• Volumen minuto (l/min)</li> <li>• Capacidad vital (ml/kg)</li> <li>• Fuerza inspiratoria máxima (cm H<sub>2</sub>O)</li> <li>• Uso de la musculatura respiratoria accesoria</li> </ul>	5-8 12-20 5-6 65-75 -100 a -80 No	< 5 > 35 > 10 < 10-15 -20 a 0 Sí

# VENTILACIÓN GUIADA POR METAS

- 1) ¿Cuáles son las metas del apoyo ventilatorio?
- 2) ¿Qué modalidad ventilatoria es la mejor para iniciar?
- 3) ¿Qué fracción de Oxígeno ( $FiO_2$ ) debo emplear?
- 4) ¿Qué volumen corriente (VC) debo utilizar?
- 5) ¿Qué frecuencia respiratoria (FR) debo programar?
- 6) ¿Qué nivel de presión positiva al final de la espiración (PEEP) debo emplear?
- 7) ¿Qué relación inspiración: espiración (I:E) es la correcta?
- 8) ¿Que flujo inspiratorio (V) es el más apropiado?
- 9) ¿Qué nivel de sensibilidad de disparo (SD) es la mejor?



# VARIABLES

Variables a programar:

1. Frecuencia respiratoria
2. Volumen corriente
3. Fraccion inspirada de oxigeno
4. Presion positiva al final de la espiración (PEEP)
5. Sensibilidad o disparo
6. Tiempo inspiratorio
7. Presion inspiratoria



### **Algunas acciones incorrectas en VM:**

- Aumentar la sensibilidad a valores elevados, para mejorar la asincronía paciente-ventilador.
- Mantener  $FiO_2 > 60\%$  cuando la  $SatO_2$  es mayor del 90%
- Utilizar  $V_t$  alto en pulmones inflamados y rígidos
- Programar flujo sin tomar en cuenta la relación I:E
- Dar más sedación en asincronía paciente/ventilador
- En retiro de VM, mantener sensibilidad elevada

# OXIGENACIÓN

- Saturación periférica  $>92\%$
- $Po_2$  periférica 60-80mmHg
- Índice PAFI  $> 300$



# PROGRAMACION INICIAL



# MODALIDAD VENTILATORIA Y FIO2

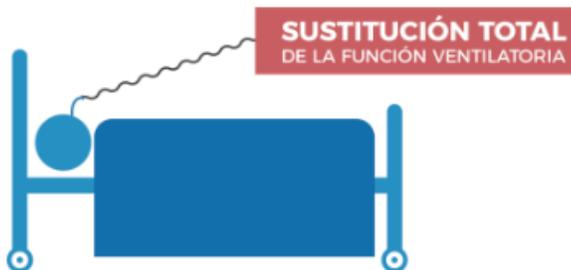
- No hay evidencia de un modo sobre otro
- Utilizar la modalidad en la que se encuentre mas familiarizado
- No utilizar fio2 100% por periodos prolongados
- Disminuir toxicidad oxigeno

## MODALIDADES

**CMV**

Ventilación Mandatoria Controlada

Puede aplicarse con control de volumen (VCV) o con control de presión (PCV)



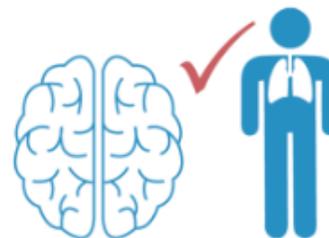
**PSV**

Ventilación con Presión de Soporte

Ayuda en el trabajo de inspirar espontáneamente, pero el paciente controla la ventilación

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA FUNCIÓN VENTILATORIA

El paciente debe tener un centro respiratorio intacto y un patrón ventilatorio fiable



**CPAP**

Presión Positiva Continua en la vía aérea

Ventilación espontánea con presión positiva continua en la vía aérea.

El ventilador no suministra ningún ciclo mecánico



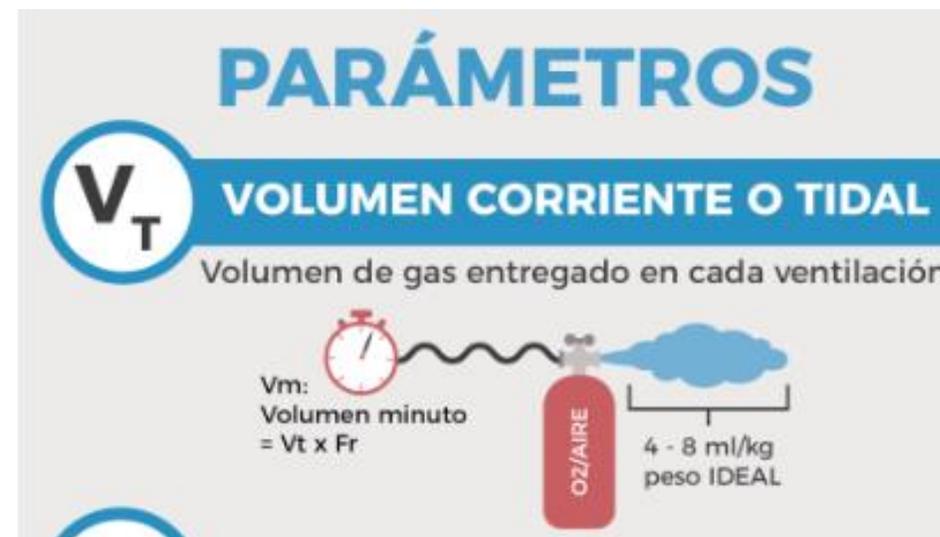
EL PACIENTE REALIZA TODO EL TRABAJO RESPIRATORIO

# VOLUMEN CORRIENTE A UTILIZAR

- Ventilación neumotpotectora
- 6ml/Kg
- No utilizar el peso real

Peso ideal en mujeres = ( Talla en cm – 152.4 x 0.9 ) + 45

Peso ideal en hombres = ( Talla en cm – 152.4 x 0.9 ) + 50



# NIVEL DE PEEP

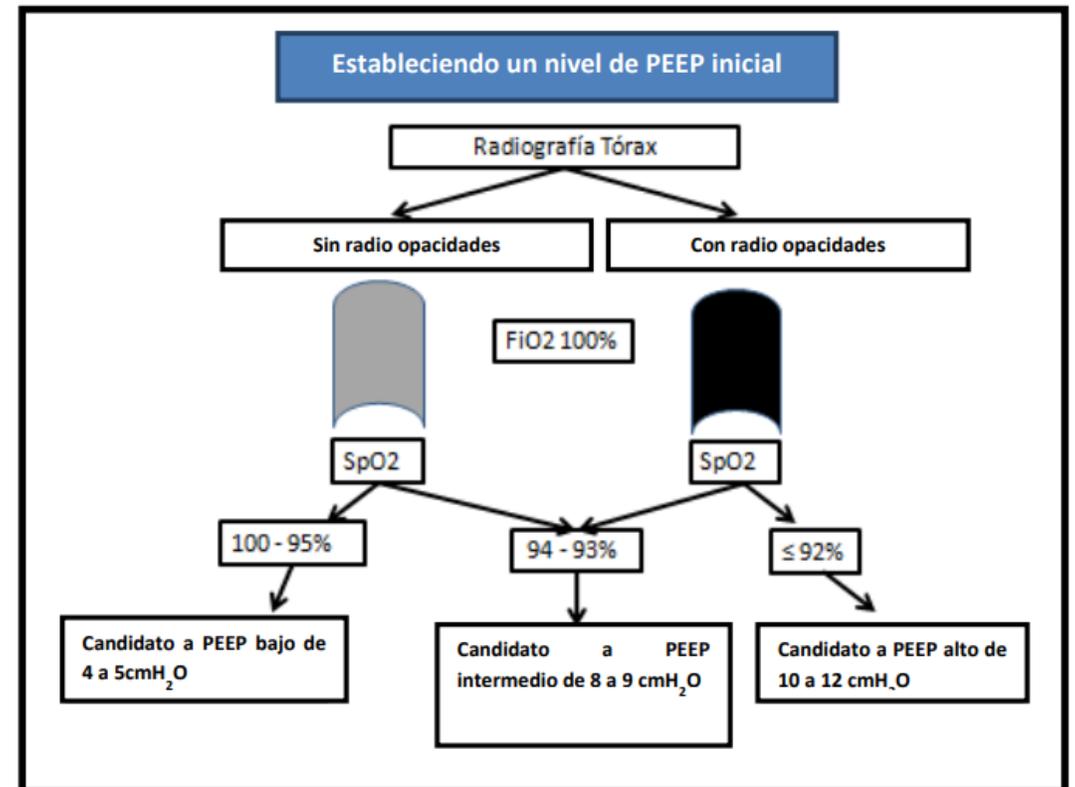
- Se debe individualizar
- Reclutar alveolos
- Impedir cierre alveolar

**PEEP** PRESIÓN POSITIVA FINAL ESPIRACIÓN

Presión positiva mantenida al final de la espiración

**5 - 10 cmH<sub>2</sub>O**

La menor posible según paciente y patología



Autor: Dr. Enrique Mesero

# ARDS NET



NIH NHLBI ARDS Clinical Network  
Mechanical Ventilation Protocol Summary

## INCLUSION CRITERIA: Acute onset of

1.  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$  (corrected for altitude)
2. Bilateral (patchy, diffuse, or homogeneous) infiltrates consistent with pulmonary edema
3. No clinical evidence of left atrial hypertension

## PART I: VENTILATOR SETUP AND ADJUSTMENT

1. Calculate predicted body weight (PBW)  
**Males** =  $50 + 2.3 [\text{height (inches)} - 60]$   
**Females** =  $45.5 + 2.3 [\text{height (inches)} - 60]$

## OXYGENATION GOAL: $\text{PaO}_2$ 55-80 mmHg or $\text{SpO}_2$ 88-95%

Use a minimum PEEP of 5 cm  $\text{H}_2\text{O}$ . Consider use of incremental  $\text{FiO}_2$ /PEEP combinations such as shown below (not required) to achieve goal.

### Lower PEEP/higher $\text{FiO}_2$

$\text{FiO}_2$	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12

$\text{FiO}_2$	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
PEEP	14	14	14	16	18	18-24

### Higher PEEP/lower $\text{FiO}_2$

$\text{FiO}_2$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
PEEP	5	8	10	12	14	14	16	16

$\text{FiO}_2$	0.5	0.5-0.8	0.8	0.9	1.0	1.0
PEEP	18	20	22	22	22	24

## PLATEAU PRESSURE GOAL: $\leq 30$ cm $\text{H}_2\text{O}$

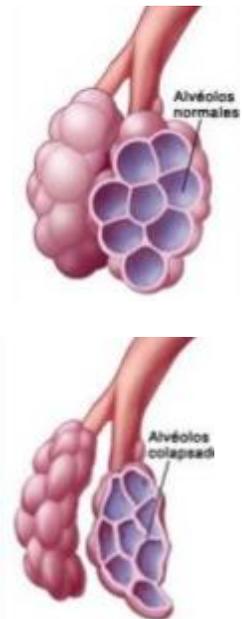
Check Plat (0.5 second inspiratory pause), at least a 4h and after each

# FISIOLOGÍA DE VENTILACIÓN MECÁNICA

Ventilación mecánica

Disminución de volumen pulmonar  
Disminución de ventilación alveolar

Ptp local



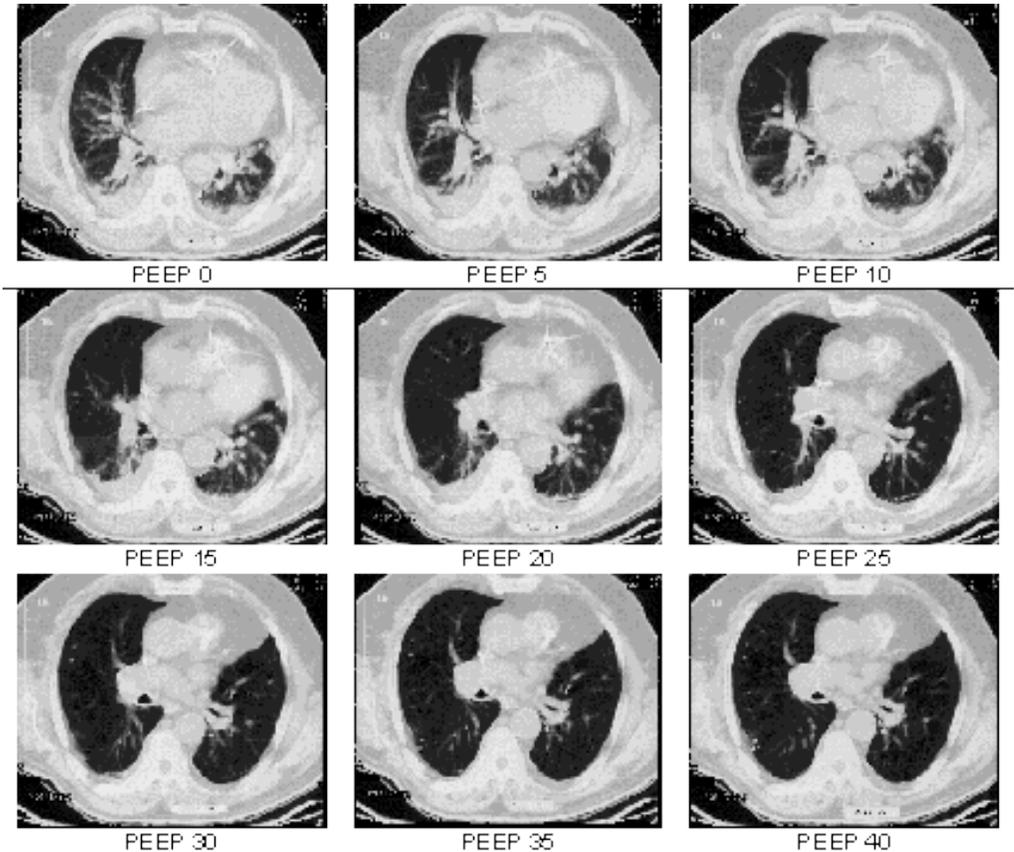
Sujeto sano

SIRA

Colapso alveolar  
y cierre

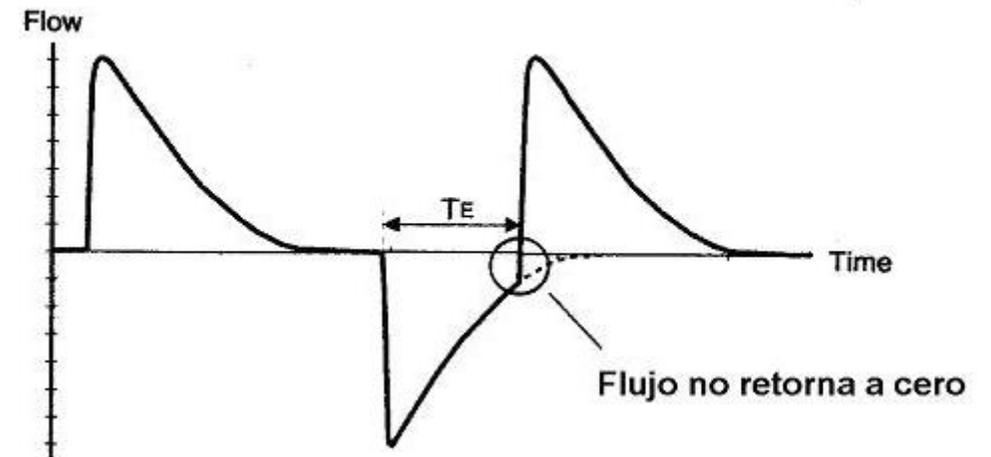
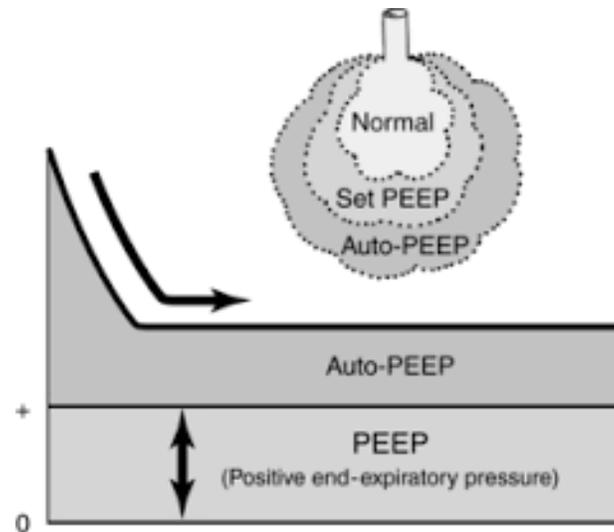
# FISIOLOGÍA DE VENTILACIÓN MECÁNICA

- a) Estas condiciones aportan LOS FUNDAMENTOS para la aplicación de la terapéutica de presión (presión positiva espiratoria, ventilación con control presión)
- b) El objetivo es incrementar el volumen pulmonar y evitar la pérdida de reclutamiento alveolar
- c) PEEP por encima del punto de inflexión inferior



# FISIOLOGÍA DE VENTILACIÓN MECÁNICA

- La espiración es el fenómeno pasivo que permite el vaciado de los alveolos con retorno al volumen de reposo
- Presencia de auto PEEP y fenómeno de hiperinflación dinámica



# FRECUENCIA RESPIRATORIA

- La necesaria para mantener un  $pCO_2 < 45$  y un  $pH > 7.30$
- El determinante mas importante para la ventilación es el volumen minuto

Una regla general para empezar a nivel básico es emplear el peso ideal y dividirlo entre 10 para obtener el volumen minuto necesario, como puede verse en el siguiente ejemplo:

Peso ideal = 55 kg

Volumen minuto =  $55 / 10 = 5.5$  Litros /minuto

Si iniciamos el volumen corriente en 8 ml:

$VC = 8ml \times Kg \text{ peso ideal} = 440ml$

Entonces:

$FR = \text{Volumen minuto} / VC$

$FR = 5.5 / 0.440 = 12 \text{ x minuto}$

$\text{Volumen minuto} = VC \times FR$

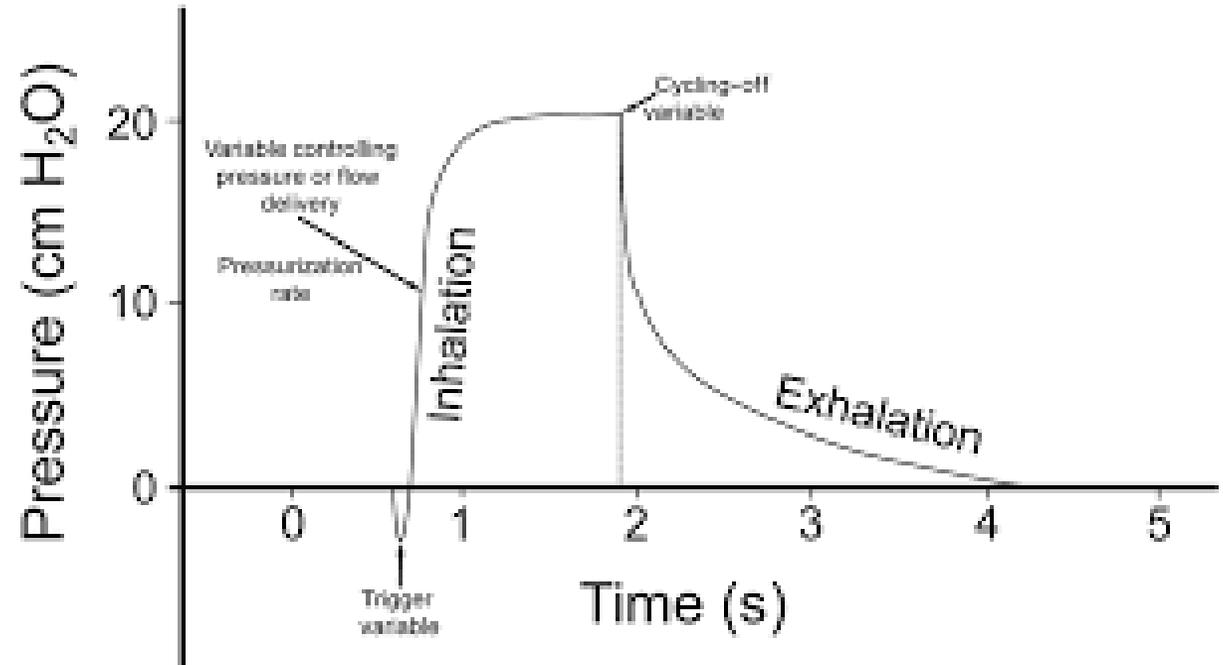
# RELACIÓN INSPIRACIÓN: ESPIRACIÓN

- Usualmente se establece en 1:2
- Varía en función de la sincronía paciente ventilador
- De acuerdo a metas
- En pacientes con EPOC asma exacerbado se recomiendan 1:4



# SENSIBILIDAD (*TRIGGER*)

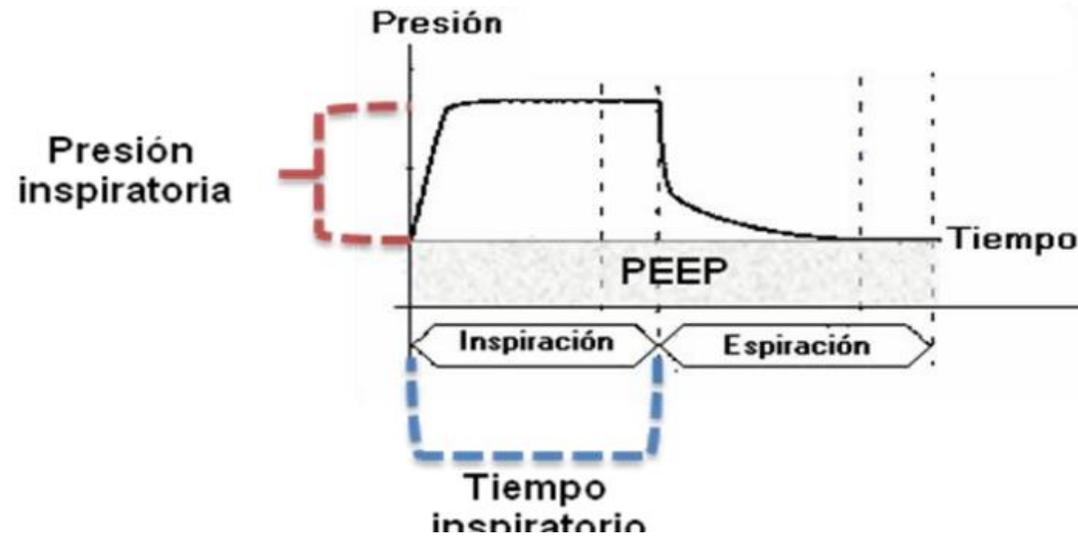
- Permite la apertura de la válvula espiratoria y la entrega de volumen circulante programado en respuesta al esfuerzo del paciente
- Una vez que se activa el trigger, el resto del esfuerzo es realizado por el ventilador
- El nivel de sensibilidad debe ser adecuado para que no suponga un esfuerzo adicional para el paciente. Una sensibilidad excesiva puede conducir al auto-*trigger* del ventilador, mientras que un valor umbral demasiado elevado hará que el *trigger* resulte inefectivo



## En resumen:

Parámetros iniciales:

- Volumen corriente 8ml/kg peso ideal formula ARDSnet.
- Frecuencia respiratoria 12-20 por minuto.
- PEEP 3 – 8 cmH<sub>2</sub>O
- Relación I:E 1:2 – 1:3.
- Disparo 2 – 3 cmH<sub>2</sub>O o L/min



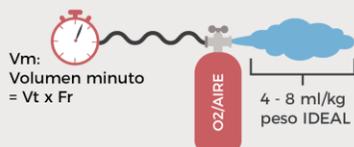
# VENTILACIÓN MECÁNICA

@Creative\_Nurse

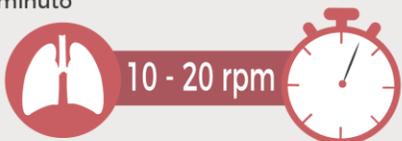


## PARÁMETROS

**V<sub>T</sub>** **VOLUMEN CORRIENTE O TIDAL**  
Volumen de gas entregado en cada ventilación



**F<sub>R</sub>** **FRECUENCIA RESPIRATORIA**  
Programa un mínimo de respiraciones por minuto



10-20 Respiraciones en función del PaCO<sub>2</sub> y del pH

**T<sub>i</sub>** **TIEMPO INSPIRATORIO**  
Tiempo programado para el ciclo inspiratorio



**I/E** **RELACIÓN I/E**  
Relación entre el tiempo inspiratorio y espiratorio.



Pacientes obstructivos aumentar tiempo espiratorio  
Pacientes restrictivos aumentar tiempo inspiratorio

## MODALIDADES

**CMV** **Ventilación Mandatoria Controlada**

Puede aplicarse con control de volumen (VCV) o con control de presión (PCV)



**SIMV** **Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada**

Permite sincronizar ventilaciones mandatorias y espontáneas



**PSV** **Ventilación con Presión de Soporte**

Ayuda en el trabajo de inspirar espontáneamente, pero el paciente controla la ventilación

**f<sub>i</sub>** **FLUJO INSPIRATORIO**  
Velocidad de entrada de aire en la vía aérea



**FiO<sub>2</sub>** **FRACCIÓN INSPIRADA DE O<sub>2</sub>**  
Concentración de oxígeno que contiene la mezcla de gases (0,21 a 1)



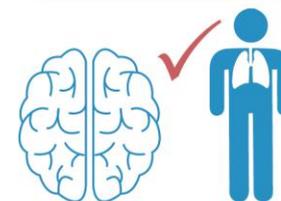
**PEEP** **PRESIÓN POSITIVA FINAL ESPIRACIÓN**  
Presión positiva mantenida al final de la espiración



La menor posible según paciente y patología

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA FUNCIÓN VENTILATORIA**

El paciente debe tener un centro respiratorio intacto y un patrón ventilatorio fiable



**CPAP** **Presión Positiva Continua en la vía aérea**

Ventilación espontánea con presión positiva continua en la vía aérea.

El ventilador no suministra ningún ciclo mecánico



**EL PACIENTE REALIZA TODO EL TRABAJO RESPIRATORIO**

Abre alvéolos y mejora la oxigenación