

## Capítulo 16. PRINCIPIOS DE VENTILACIÓN MECÁNICA Y

### FUNCIÓN PULMONAR

Dra. Ximena Alegría

#### I. Introducción:

La ventilación mecánica (VM) corresponde a un procedimiento invasivo de apoyo de la función ventilatoria. Se utiliza cuando fracasa la ventilación no invasiva. Este procedimiento involucra riesgos, destacando escape aéreo, inflamación pulmonar, infección entre otras.

#### II. El ciclo ventilatorio incluye una fase de insuflación, una meseta y una fase de deflación.

##### **Insuflación:**

Corresponde a la fase inicial o activa, donde el ventilador mecánico genera una presión sobre un volumen de gas y lo moviliza.

A medida que entra el gas, se genera un aumento de la presión alveolar hasta que se iguala con la existente en la entrada de la vía aérea, de este modo desaparece la gradiente y finaliza la entrada de aire.

Las fuerzas que se oponen a este movimiento de aire son dadas por la distensibilidad pulmonar y la resistencia de la vía aérea.

##### **Meseta:**

Durante la meseta, el gas en el pulmón es mantenido artificialmente al estar cerrada la válvula espiratoria.

##### **Deflación:**

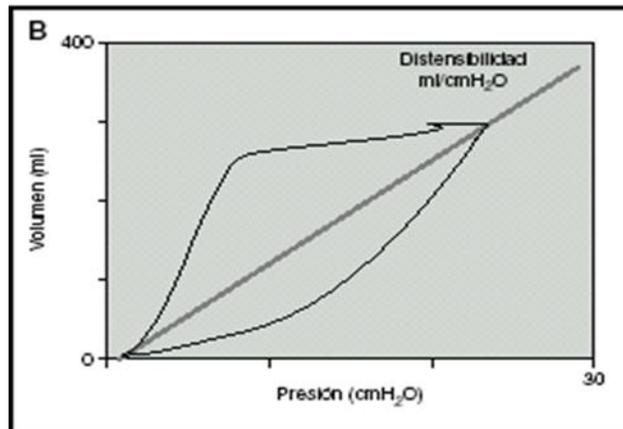
En esta fase se abre la válvula espiratoria. Corresponde a un fenómeno pasivo, donde el gas sale por acción de las propiedades de retracción elástica del pulmón insuflado.

##### **Compliance o distensibilidad ( D ) :**

Corresponde a un cambio de volumen por unidad de cambio de presión

$$D = \text{Volumen pulmonar (L)} / \text{presión transpulmonar (cm H2O)}$$

RNT normal : 2-3 ml/ cmH2O/K ( 2-5) ver figura siguiente



### Distensibilidad

#### Resistencia:

Corresponde a la fuerza que se opone al movimiento del aire. Esta refleja la presión necesaria para movilizar un flujo de gas. Se expresa como cambio de presión por unidad de cambio de flujo.

$$R \text{ (cm H}_2\text{O/L /seg)} = \frac{\text{presión ( cm H}_2\text{O)}}{\text{flujo ( L /seg)}}$$

#### Valores de Resistencia ( cm H<sub>2</sub>O/L/seg) :

RNT 20-40

RN con SDR > 40

RN con DBP > 150

#### Constante de tiempo (Ct):

La constante de tiempo corresponde al tiempo necesario para alcanzar un equilibrio entre la presión alveolar y la presión de la vía aérea.

Con 1 Ct la presión alveolar logra un equilibrio de 63% de la presión entregada.

La Ct depende de dos factores: Compliance y Resistencia

$$Ct \text{ (seg)} = C \text{ (l/cm H}_2\text{O)} \times R \text{ (cm/l/seg)}$$

La constante de tiempo, permite determinar los tiempos requeridos para la inspiración y espiración

$$1Ct = 63\%$$

$$3Ct = 95\%$$

$$4Ct = 98\%$$

$$5Ct = 99\%$$

El aumento por sobre 3 Ct es poco significativo

$$1 \text{ Ct en RNT sano} = 0.12\text{seg} \text{ ( } 0.15)$$

$$3 \text{ Ct en RNT sano} = 0.36 - 0.45 \text{ seg}$$

Los valores de Ct más altos, se observan principalmente en niños más grandes con pulmones sanos y en RN con displasia broncopulmonar donde la resistencia es más alta.

Considerando lo anterior, en paciente agudo usar Ti cortos: a modo de ejemplo lo siguiente:

- En enfermedad de Membrana Hialina aplicar lo siguiente:

$$Ti \text{ } 0,30 - 0,35$$

$$Ct = D \times R$$

En esta patología, la distensibilidad está disminuida.

- En paciente crónico usar Ti más largos, debido a que la resistencia de la vía aérea está muy aumentada.

Ej. en Displasia Broncopulmonar

$$Ti \text{ } 0,4 - 0,55 \text{ ( } 0,6)$$

$$Ct = D \times R$$

Tiempo espiratorio: Te

El Te debe ser más largo que el Ti. Nunca se debe usar una relación I/E invertida

### III. SIMV: Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada

Durante este tipo de ventilación, los ciclos tienen una frecuencia predeterminada.

Coinciden con el inicio de la respiración del paciente ( se sincroniza).

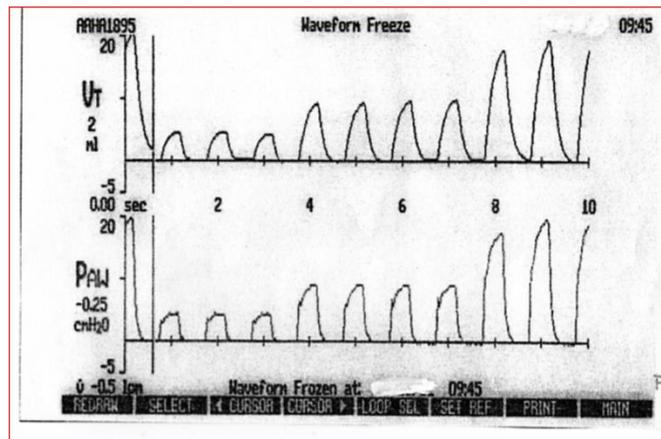
Beneficios de la sincronización:

- reduce riesgo de barotrauma
- 
- reduce riesgo de HIV
- reduce riesgo de atrofia de la musculatura respiratoria
- permite un weaning más rápido

Elección del setting Ventilatorio durante SIMV:

Presión inspiratoria máxima: PIM

Recordar que el Volumen Corriente (VC) aumenta en relación al aumento de la PIM. La relación lineal entre el VC y PIM es una situación ideal que no se observa en RN.



Se recomienda usar una PIM necesario para expandir adecuadamente el tórax, que debe ser acorde a un VC espirado según la condición basal y peso del RN.

VCe en prematuros 4 - 7 ml x kp

VCe en RNT 5 - 8 ml x kp

ver detalles en guía Ventilación por Objetivo de Volumen.

Es importante evitar el volutrauma y atelectrauma.

#### **PEEP:**

Aumenta la Capacidad Residual Funcional

Permite adecuado reclutamiento alveolar

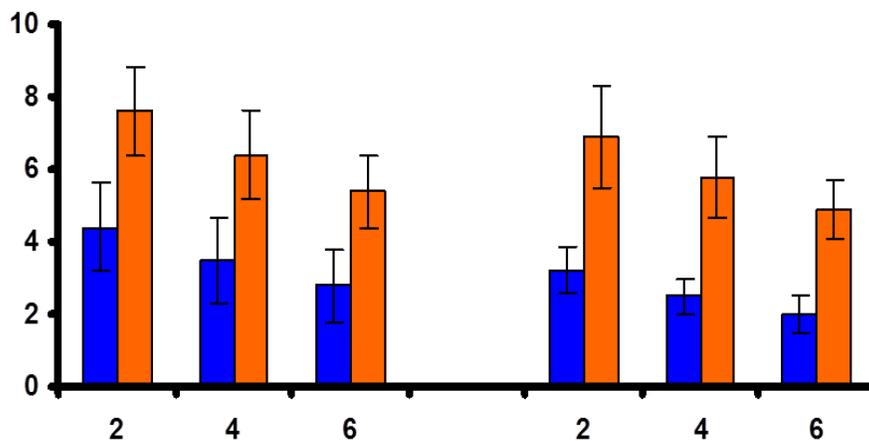
La PEEP es 4 veces más potente que la PIM

No discrimina zona sana, de zona dañada

Precaución con valores de  $\geq 6$  cm H<sub>2</sub>O

Pequeños descensos en nivel de PEEP 0.5 - 1 cm H<sub>2</sub>O, pueden mejorar la ventilación

A veces niveles 4 - 5 cm H<sub>2</sub>O de PEEP podrían deteriorar el intercambio gaseoso \*



Eje horizontal nivel de PEEP ( cm de H<sub>2</sub>O)

Eje vertical VT ( ml )

¿Cuánto PEEP deberíamos usar?

Depende de la Patología de base y del momento de la evolución del SDR

Es importante Chequear el VCe

En RN prematuros con EMH, un PEEP inicial de 5 cm de H<sub>2</sub>O es suficiente en la mayoría de los casos.

### Efectos del flujo:

VC y la Paw son afectados por el Flujo del ventilador. Una reducción en el flujo resultará en un lento aumento en Paw y la llegada a su peak. En consecuencia si el flujo es insuficiente, no se logra el nivel de PIM deseado y hay riesgo de Atelectrauma. Un alto flujo ( $> 10$  lt x min) estimula el Reflejo paradójico de Head, por lo tanto tener precaución por riesgo de escape aéreo.

En gral usar entre 6-8 lt x min ( rangos extremos 5-10)

### Efectos del Tiempo inspiratorio: $T_i$

$T_i$  prolongado incrementa el riesgo de barotrauma, por tiempo insuficiente para exhalación.

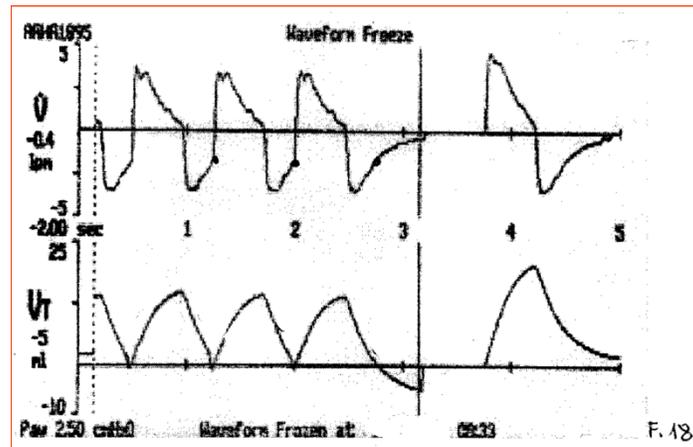
En paciente Agudo usar  $T_i$  cortos:

Ej. EMH  $T_i$  0,30 - 0,35

En paciente crónico usar  $T_i$  más largos: Ej. en DBP  $T_i$  0,4-0,55 (0,6)

### Efectos del Tiempo espiratorio: $T_e$

El  $T_e$ , debe ser lo suficientemente largo para llevar el flujo espiratorio a cero. Necesita ser más largo que el  $T_i$  debido a un incremento de la R de vía aérea durante la espiración. Ver siguiente imagen con  $T_e$  insuficiente.



Cuando el  $T_e$  termina antes que el flujo sea cero, hay alto riesgo de atrapamiento aéreo. Con un  $T_i$  fijo y FR altas, se acorta  $T_e$  y produce PEEP inadvertido (precaución en modos AC, PSV).

### Efectos de la frecuencia respiratoria: FR

Depende de la patología de base y de su severidad. Cabe destacar que en la HPPN son FR muy altas. En la EMH y DBP va a depender de la severidad, pero son FR moderadamente altas (ej: 35-50 x min). Caso aparte es el cardiópata con hiperflujo pulmonar, el cual debe ser ventilado con FR bajas ej. 20-25 x min.

#### **IV. Efectos de la FIO<sub>2</sub>:**

Manejar según saturación de oxígeno

En los prematuros en general ( < 37 sem EG), aporte de oxígeno para mantener saturación 90-95%.

En los RNT aporte de oxígeno para mantener saturación 92-95%.

#### **V. Efectos del Tubo endotraqueal:**

Usar TET más grande permitido según peso

Se puede acortar TET para reducir espacio muerto

No recomendable usar TET número 2

#### **VI. Conclusiones:**

- Antes de conectar a VM, intentar ventilación no invasiva, dado la injuria que produce el tubo endotraqueal ( aunque dure pocos minutos o segundos instalado).
- Siempre al ventilar usar sincronización
- Chequeo permanente del volumen corriente para evitar volu o barotrauma
- Los parámetros a fijar dependerán de la patología de base, EG y peso del RN
- Retirar de VM lo antes posible

## **Bibliografía:**

1. Ximena Alegría, Nelson Claire, Eduardo Bancalari. Acute effects of PEEP on tidal volume and respiratory center output during synchronized ventilation in preterm infants. *Pediatric Pulmonology*. 2006 Aug;41(8):759-64.
2. Keszler M, Abubakar KM. Volume guarantee ventilation. *Clin Perinatol*. 2007 Mar;34(1):107-16.
3. Vidyasagar, Lakshminrusimha. *Essentials of Neonatal Ventilation*. 2019.
4. Jay P. Goldsmith. *Assisted Ventilation of the Neonate. An Evidence- Based Approach to Newborn Respiratory Care*. Sixth Edition. 2017.
5. Oxygenation of the immature infant: a commentary and recommendations for oxygen saturation targets and alarm limits. Ola Saugstad. *Neonatology* 2018;114:69–75.
6. Association Between Oxygen Saturation Targeting and Death or Disability in Extremely Preterm Infants in the Neonatal Oxygenation Prospective Meta-analysis Collaboration. Lisa Askie. *JAMA*. 2018 Jun 5; 319(21): 2190–2201.
7. Klingenberg, Davis PG, Morley CJ. A practical guide to neonatal volume guarantee ventilation. *J Perinatol*. 2011 Sep;31(9):575-85.