

VENTILACION MECANICA CONVENCIONAL

Dr. Antonio Ríos Derpich.

En neonatología se recomiendan los ventiladores de flujo continuo, limitados por presión y ciclados por tiempo. Estos ventiladores tienen la ventaja de permitir la respiración espontánea del RN (ventilación mandatoria intermitente, IMV), permiten controlar independientemente los tiempos inspiratorios y espiratorio, así como las presiones respiratorias, y son además de uso simple y menor costo.

En nuestra unidad disponemos de los siguientes modelos: BP 2001, Bear Cub 750 vs y Bear Cub 750 psv.

Con el objetivo de comprender los principios de la VM es necesaria una breve introducción a la fisiología pulmonar.

Para permitir el flujo de aire durante la ventilación espontánea o asistida, debe existir un gradiente de presión en la vía aérea tanto en inspiración como espiración. Este gradiente de presión está determinado principalmente por la compliance (distensibilidad) y por la resistencia pulmonar.

Distensibilidad (D) : Se refiere a la propiedad elástica del pulmón. Se expresa como cambio de volumen por unidad de cambio de presión. Por lo tanto, a mayor distensibilidad, mayor será el volumen entregado por unidad de presión.

$$\text{Distensibilidad (l/cm H}_2\text{O)} = \Delta \text{ volumen (l)} / \Delta \text{ presión (cm H}_2\text{O)}$$

En RN con pulmones sanos la D es de 0,003 a 0,005 l/cm H₂O (aproximadamente 1-1,5 ml/cm H₂O x Kg). En RN con membrana hialina disminuye a valores de 0,0005 - 0,001 l/cm H₂O.

Resistencia (R) : Es la propiedad inherente de los pulmones y vías aéreas de resistir al flujo de aire y refleja la presión necesaria para hacer que el gas fluya. Se expresa como cambio de presión por unidad de cambio de flujo.

$$\text{Resistencia (cm H}_2\text{O/l/seg)} = \Delta \text{ presión (cm H}_2\text{O)} / \Delta \text{ flujo (l/seg)}$$

La R pulmonar en RN con pulmones sanos varía de 20 a 40 cm H₂O/l/seg. No se encuentra marcadamente afectada en la membrana hialina, pero aumenta en patologías como el síndrome aspirativo meconial o con el sólo uso de un tubo endotraqueal, pudiendo llegar en éste último caso a valores de 50-150 cmH₂O/l/seg.

Estas características mecánicas del pulmón determinan la llamada constante de tiempo (CT).

Constante de tiempo (CT) : Se refiere al tiempo necesario para equilibrar a través del pulmón un cambio de presión. Una vez que la presión se equilibra en los pulmones no hay flujo de aire ni cambios de volumen.

La duración de una CT permite que la presión alveolar alcance el 63% del cambio en la presión de la vía respiratoria (2 CT el 86%, 3 CT el 95%, 4 CT el 98% y 5 CT el 99%). Como se ve es muy pequeño el incremento en el equilibrio de presión más allá de 3 CT.

La CT se define como el producto de la resistencia x distensibilidad, y en el RN sano es de aproximadamente 0,15 seg.

$$CT \text{ (seg)} = R \text{ (cmH}_2\text{O/l/seg)} \times D \text{ (l/cmH}_2\text{O)}$$

La CT determina los tiempos requeridos para la inspiración y espiración del pulmón. En la práctica se utilizan 3 CT (0,15 x 3 = 0,45 seg en el RN sano) para la determinación de estos tiempos. Cuando los tiempos utilizados en la ventilación mecánica son insuficientes puede no alcanzarse la presión prefijada (tiempo inspiratorio insuficiente) o producirse atrapamiento aéreo (tiempo espiratorio insuficiente).

Intercambio Gaseoso.

El objetivo de la ventilación mecánica es, en último término, lograr un efectivo intercambio gaseoso empleando las variables ventilatorias mínimas necesarias.

Eliminación de CO₂.

El CO₂ difunde de la sangre al alvéolo y desde ahí su eliminación depende de la cantidad de aire que entra y sale desde el alvéolo. Esta ventilación alveolar o "ventilación minuto" se calcula como el producto del volumen corriente (VC) por la frecuencia respiratoria (f).

$$\text{ventilación minuto} = VC \times f$$

De ésta forma los aumentos del VC o de la f aumentan la ventilación minuto con lo que aumenta la eliminación de CO₂ y se reduce la PaCO₂. Con los ventiladores de presión utilizados en neonatología, el volumen corriente depende de la distensibilidad pulmonar y de la gradiente de presión (diferencia entre PIM y PEEP).

Captación de O₂.

Depende fundamentalmente de la presión media de vía aérea (PMA) y de la FiO₂ administrada por el ventilador. La PMA es la presión promedio a la que están expuestos los pulmones durante el ciclo respiratorio y corresponde a la integración de toda el área bajo la curva en el gráfico presión vía aérea vs tiempo. Puede calcularse con la siguiente ecuación.

$$PMA = K (PIM - PEEP) \times (Ti/(Ti + Te)) + PEEP$$

Donde K es una constante que depende de la pendiente de la curva de presión, Ti es el tiempo inspiratorio y Te el tiempo espiratorio.

1) Presión inspiratoria máxima (PIM).

Cambios en el PIM determinan el gradiente de presión ($\Delta P = PIM - PEEP$). A su vez el volumen corriente administrado es proporcional a éste gradiente de presión. Así cambios en el PIM afectan el volumen corriente y determinan en parte la ventilación alveolar (ej. un aumento del PIM eleva el volumen corriente, aumenta la eliminación de CO_2 y disminuye la $PaCO_2$).

Por otro lado los aumentos del PIM elevan también la PMA con lo que mejora la oxigenación.

2) Presión positiva al final de la espiración (PEEP):

Un PEEP adecuado previene el colapso alveolar, mantiene el volumen pulmonar al final de la espiración y mejora la relación ventilación/perfusión. Se recomienda un PEEP mínimo de 2 a 3 cm H_2O ya que la intubación endotraqueal elimina el llamado PEEP fisiológico logrado por la aducción de las cuerdas vocales.

El aumento del PEEP eleva la PMA y de esta forma mejora la oxigenación.

Los cambios de PEEP alteran también la gradiente de presión. Así una elevación de éste disminuye el volumen corriente y la eliminación de CO_2 , aumentando la $PaCO_2$. La elevación exagerada del PEEP puede disminuir la distensibilidad pulmonar, comprometer el retorno venoso, disminuir el gasto cardiaco y el transporte de oxígeno.

3) Frecuencia (f).

Los cambios de frecuencia afectan la ventilación alveolar y por lo tanto la $PaCO_2$.

El uso de frecuencias muy altas puede acortar el T_i (resultando en una disminución del volumen corriente) y el T_e (haciendo que la espiración sea incompleta y provocando atrapamiento aéreo, fenómeno conocido como PEEP inadvertido).

Los cambios de frecuencia (manteniendo una relación I : E constante) no alteran la PMA y por lo tanto no afectan significativamente la PaO_2 .

4) Relación inspiración / espiración (I:E).

El principal efecto de los cambios en la relación I : E es sobre la PMA y por lo tanto sobre la oxigenación.

Generalmente la relación I : E no afecta el volumen corriente por lo que no se modifica la eliminación de CO_2 .

5) Fracción inspirada de oxígeno (FiO_2).

Los cambios de FiO_2 afectan la oxigenación alveolar y por lo tanto la PaO_2 .

	PaCO₂	PaO₂
↑ PIM	↓	↑
↑ PEEP	↑	↑
↑ f	↓	± ↑
↑ I : E	–	↑
↑ FiO₂	–	↑

Indicaciones de ventilación mecánica:

- 1) Apnea recurrente y prolongada.
- 2) PaO₂ menor a 50 mmHg (saturación < 88 %) con FiO₂ de 0,6-0,8 o más.
- 3) PaCO₂ mayor de 60 mmHg con acidemia (Ph < 7,2-7,25).
- 4) Falla en el uso del CPAP.
- 5) RN bajo efecto de anestesia general.
- 6) Cuando se prevee un rápido deterioro del intercambio gaseoso (criterio eminentemente de apreciación clínica).

Tubo endotraqueal.

De preferencia la intubación debe ser nasotraqueal, lo que facilita la fijación.

Tamaño del tubo endotraqueal, según peso del RN :

2,5	< 1000 grs
3	1000-2000 grs.
3,5	2000-3000 grs
3,5-4	> 3000 grs.

La posición del tubo endotraqueal debe controlarse radiológicamente, debiendo quedar a lo menos 1 cm sobre la carina. Si quedan mas de 4 cm del tubo libre, éste debe ser cortado.

Variables ventilatorias recomendadas para iniciar la ventilación mecánica:

No hay una receta standard, cada RN que se ventila mecánicamente debe ser evaluado individualmente y controlarse su respuesta desde el punto de vista clínico y de gases arteriales.

TABLA N°1 Variables ventilatorias recomendadas para iniciar la ventilación mecánica según patología

	Pulmón sano		Mb. hialina		Sd.asp mec	Bronconeumonia	Sd. HPP
	<1500g	>1500g	<1500g	>1500g			
PIM	12-15	14-18	18-20	20-30	20-30	20-30	20-40
PEEP	2	2-3	3-4	4-5	2-3	3-4	0-2
Ti	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,2-0,3
FR	10-30	10-30	30-40	30-40	40-60	20-40	60-80
FiO2	0,21	0,21	0,5-1	0,5-1	0,7-1	0,3-1	0,8-1
Flujo	5	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-10

Weaning .

El weaning o retiro del ventilador debe intentarse cuando las variables ventilatorias proporcionadas por el ventilador son relativamente bajas en comparación a la ventilación espontánea del neonato y éste se encuentra clínicamente estable.

Para el weaning no debe modificarse más de una variable a la vez y debe controlarse cada cambio con gases arteriales y/o saturador de oxígeno. Se recomienda priorizar la baja de presiones por sobre las otras variables y no disminuir más rápido que los siguientes intervalos:

FiO ₂	0,05 -0,1
PIM	2 cm H ₂ O
PEEP	1 cm H ₂ O
Ti	0,1-0,2 seg.
f	2-6 x min.

Alcanzando variables bajas (PIM < 20 cm H₂O, FiO₂ ≤ 0,4 y f ≤ 10 x min.) puede intentarse el paso a CPAP. En CPAP, con el RN estable y previo control de gases, extubar. Para extubar aspirar previamente el tubo y luego retirarlo al final de la inspiración.

En los RN ≤ 1500 grs se recomienda el uso de aminofilina (carga 6 mg/Kg vía IV y luego 2 mg/Kg/dosis cada 8 hrs vía IV) desde 12-24 hrs previo a la extubación.

Sedación.

Cuando el RN se encuentra excesivamente agitado, luchando con el ventilador o respirando en forma asincrónica se recomienda la sedación. Habitualmente utilizamos

