

Guías Nacionales de Neonatología

Ministerio de Salud - Chile

2005

VENTILACION MECANICA

- **Procedimiento de soporte de la función respiratoria cuyo objetivo final es mantener un adecuado intercambio gaseoso, por medio del control de la oxigenación y la ventilación (eliminación de CO₂)**
- **Una adecuada selección de estrategia ventilatoria debe considerar los aspectos de la mecánica pulmonar involucrados en la enfermedad.**

Conceptos Generales de Mecánica Pulmonar:

- **Compliance (Distensibilidad):**
 - **Es el cambio de volumen pulmonar producido por un cambio de presión, o la capacidad de distender el pulmón al aplicar una determinada presión.**
 - **Disminuye en:**
 - **Déficit de surfactante.**
 - **Edema pulmonar.**
 - **Fibrosis pulmonar.**
 - **Sobredistensión pulmonar.**
- **Resistencia:**
 - **Obstrucción al flujo de aire por la fricción entre el gas y la vía aérea (Resistencia vía aérea), y entre los tejidos de los pulmones y la pared torácica (resistencia al tejido viscoso).**
 - **Aumenta con:**

- **Síndrome aspirativo meconial.**
 - **Displasia broncopulmonar.**
 - **Secreciones que obstruyen vía aérea y tubo endotraqueal (TET).**
- **Constante de Tiempo:**
 - **Producto de Resistencia por Distensibilidad.**
 - **Es el tiempo necesario para igualar las presiones de la vía aérea proximal con el alvéolo.**
 - **Si son bajas (Mb. Hialina) se deben utilizar Tiempos Inspiratorios cortos.**
 - **Si son altas (DBP) se deben usar Tiempos Inspiratorios más largos.**
- **Capacidad Residual Funcional:**
 - **Es el volumen pulmonar al final de una espiración.**
 - **Disminuído en colapso alveolar (Mb. Hialina).**
 - **Aumentado en atrapamiento aéreo por obstrucción de la vía aérea (DBP).**
- **Relación V/Q:**
 - **Enfermedades que disminuyen área de superficie alveolar ==> shunt intrapulmonar con sangre desaturada (Atelectasias, exudados inflamatorios, obstrucción de la vía aérea)**
 - **Disminución del flujo pulmonar con shunt extrapulmonar ==> recircula sangre desaturada sin ventilar (HTPP.)**

Consideraciones Fisiopatológicas:

- **Oxigenación:**
 - **Adecuada distribución de O₂ tisular, con PaO₂ de 50-80 mm Hg o Saturación de Hb de 89-95%.**
 - **Los parámetros a controlar en caso de hipoxemia:**
 - **Aporte de O₂ : FiO₂**
 - **Volumen Pulmonar : ↑ MAP ==> ↑ PIM ↑ PEEP ↑ TIM ↑ Flujo ↑ FR**
 - **Considerar la curva de saturación de Hb fetal.**
 - **PaO₂ aconsejable:**
 - **En RN prematuro entre 50 - 80 mm Hg.**
 - **En RN término con HTPP se aceptan PaO₂**

mayores.

- **Ventilación:**

- La eliminación de CO₂ se relaciona con la Ventilación Alveolar (Volumen Minuto) y ésta depende del volumen corriente (Vt) y la frecuencia respiratoria. A mayor volumen corriente y frecuencia respiratoria, menor CO₂.
- En caso de retención de CO₂ los parámetros a controlar son:
 - ↑ FR
 - ↑ Vol. corriente ==> ↑ PIM ↓ PEEP ↑ Flujo
↑ T. Espiratorio
- PaCO₂ aconsejable:
 - En RN prematuros (P. inmaduro, EMH) y en escape aéreo, se maneja con criterios de Hipercapnia permisiva, con PaCO₂ entre 45-55 mm Hg (con pH > 7,25). Con PaCO₂ más altas, mayor riesgo de HIV.

Indicaciones Generales de Ventilación Mecánica asistida:

1.- Indicaciones Absolutas de V. Mecánica asistida:

- No existen criterios rígidos de conexión a ventilación mecánica, lo más adecuado es basar su indicación en el justo equilibrio entre una óptima evaluación clínica, radiológica y gasométrica.
- La conexión debe ser previa al deterioro progresivo de la función respiratoria expresado por cianosis persistente, compromiso del sensorio y/o agotamiento respiratorio.
- Evidentemente son indicaciones absolutas de conexión la apnea prolongada y la anestesia general.
- Considerar la conexión en caso de pCO₂ > 60 mm Hg con acidosis respiratoria persistente (pH < 7,25).

2.- Indicaciones Relativas de V. Mecánica asistida:

- **Apneas intermitentes frecuentes que no responden a tratamiento con xantinas, ni a CPAP nasal.**
- **Tratamiento precoz, cuando la ventilación mecánica se utiliza por deterioro gasométrico progresivo.**
- **Alivio del trabajo respiratorio en neonato con dificultad respiratoria.**
- **Inicio de tratamiento con surfactante en RN con dificultad respiratoria.**

Tipos de Soporte Ventilatorio:

1.- CPAP:

- **Es la mantención de una presión supra atmosférica (positiva) en un paciente que respira espontáneamente, efecto que se produce en la espiración, manteniendo la permeabilidad alveolar, evitando así el colapso alveolar y el uso de ventilación asistida.**
- **La presión positiva de la vía aérea, provee de una baja presión de distensión al pulmón durante la expiración, constituyéndose en uno de los tratamientos más efectivos en medicina neonatal.**
- **El CPAP mejora la compliance pulmonar y el volumen corriente de pulmones rígidos con baja CFR, estabilizando la pared torácica y evitando los movimientos paradójicos.**
- **El CPAP contribuye a preservar el surfactante pulmonar.**
- **El uso de CPAP precoz tiene ventajas por sobre el uso de Halo y es una buena alternativa al uso de ventilación asistida.**
- **Usar cánulas nasales con Presión Media de 6 - 8 cm de H₂O**
- **Evitar uso de TET.**
- **Indicaciones:**
 - **Tratamiento precoz de EMH leve.**
 - **Episodios apneicos moderadamente frecuentes.**
 - **Después de extubación reciente, como período de transición.**
 - **Destete de IMV, en neonatos dependientes de respirador.**

- **Pulmón húmedo, con apremio respiratorio.**
- **Paso precoz a CPAP en RN con Mb.Hialina post-administración de surfactante. Método INSURE (Intubación-Surfactante-Extubación).**
- **Períodos prolongados en CPAP, en prematuros extremos, como método de prevención de DBP (demostrado en estudios retrospectivos)**

2.- V. Mecánico de flujo continuo, ciclado por tiempo y limitado por presión

a.- No sincronizados: IMV o CMV (Ventilación Mecánica convencional)

- **Se logra, con un sistema simple, un buen control de Presiones respiratorias y de Tiempos inspiratorio y espiratorio, de manera independiente.**
- **Permite esfuerzos respiratorios espontáneos del RN entre las respiraciones programadas en el ventilador.**
- **Indicaciones: Util en cualquier forma de enfermedad pulmonar.**
- **Desventajas:**
 - **Riesgo de desacople y “lucha” contra el ventilador (con el consiguiente riesgo de barotrauma)**
 - **No se logra un adecuado control del Volumen Corriente, ya que no se ajusta a los cambios de compliance del paciente ni al desarrollo de esfuerzo respiratorio propio.**

b.- Sincronizados y activados por el paciente (trigger):

- **A/C: Asistida- Controlada.**
- **SIMV: Ventilación mandataria intermitente sincronizada.**
- **PSV: Ventilación con presión de soporte.**
 - **Lo fundamental de este tipo de ventiladores es que entregan gran parte del control de la ventilación al paciente.**
 - **Ventilador posee un sensor (de presión, flujo o**

movimientos respiratorios) que permite sincronizar el esfuerzo inspiratorio del RN según la frecuencia prefijada en el ventilador (SIMV) o en cada esfuerzo inspiratorio del RN (A/C)

- Si el RN presenta una Apnea o FR propia menor que la fijada en el ventilador, se gatilla un ciclo prefijado en el ventilador para cumplir los ciclos por minuto programados (IMV)
- El RN se puede acoplar mejor al Ventilador (menor uso de sedación y mejor destete)

MODALIDADES:

- **SIMV (Ventilación mandatoria intermitente sincronizada):** el ventilador entrega ventilaciones mecánicas en forma intermitente a una frecuencia fijada por el médico que están sincronizadas con el esfuerzo inspiratorio del paciente. Se debe usar en paciente con respiración espontánea.
- **A/C (Ventilación asistida/controlada):** cada respiración espontánea del paciente gatilla o es asistida por una ventilación mecánica completa. Si el paciente no respira o si el esfuerzo inspiratorio del paciente no alcanza a superar el umbral de gatillación, el ventilador entrega respiraciones mecánicas a la frecuencia fijada por el médico.
- **PSV (Ventilación con presión de soporte):** Ventilación gatillada por el paciente en la cual el esfuerzo inspiratorio es asistido por un aumento del flujo inspiratorio. Puede usarse sola o asociada a volumen garantizado.

Indicaciones de ventilación asistida:

- **SIMV:** Las mismas que para IMV.
- **A/C:**
 - RN en fase aguda de falla respiratoria severa, en los

- primeros minutos de conexión.
 - Alto riesgo de producir aumento severo de MAP e hipocapnia severa por hiperventilación.
- PSV: Destete de V. Mecánica en RN conectado en forma crónica.

ESTRATEGIAS VENTILATORIAS EN ESTADOS PATOLÓGICOS ESPECÍFICOS:

Enfermedad Membrana Hialina:

- CPAP:
 - Con EMH, que no requiera intubación ni uso de surfactante.
 - Paso precoz a CPAP en RN post-administración de surfactante. Método INSURE (Intubación-Surfactante-Extubación).
 - Iniciar CPAP con 6-8 cm H₂O, por cánula nasal (aumentar presión hasta 8-10 cm H₂O como máximo, evaluando retorno venoso y según volumen pulmonar).
- Ventilación Mecánica:
 - Cuando alteración V/Q es grave desde un comienzo (con FiO₂ elevada y dificultad respiratoria rápidamente progresiva).
 - Aparición de Apnea.
 - Aparición precoz de retención de CO₂ produciendo acidosis respiratoria (pH < 7.25).
 - Si fracasa CPAP nasal o nasofaríngeo :
 - FiO₂ > 0.80 con PEEP > 8 cm de agua.
 - Agotamiento clínico.
 - Estrategia Ventilatoria:
 - FiO₂ necesaria para mantener PaO₂ entre 50- 80 mm Hg. y saturación entre 88 -95 %.
 - VC pequeños (+/- 5 ml/Kg).
 - FR elevadas, alrededor de 40-60 por minuto (para

comenzar).

- **TIM cortos (0,30 seg.).**
- **PIM alrededor de 15 - 20 cm H₂O (la menor posible para la excursión del tórax).**
- **PEEP no inferior a 4 - 5 cm H₂O.**
- **Flujo necesario para lograr onda Flujo/Tiempo adecuada: 5 - 7 lts/min. Con FR > 80 por min. , ajustar flujo a 10 - 12 lts/min.**
- **Mantener gasometría en PaO₂ 50 - 80 mm Hg y PaCO₂ en rango de 45 -55 mm Hg.**
- **Destete:**
 - **Paciente estable.**
 - **Disminuir primero FiO₂ y PIM.**
 - **Alternar con disminución de FR según saturometría, GSA y auscultación de murmullo pulmonar.**
 - **Uso de Xantinas 12 a 24 hrs. previas a extubación en RN < 32 sem.**
 - **Aminofilina:**
 - **Dosis de carga: 6-8 mg/kg. EV.**
 - **Dosis de mantención: 1-3 mg/kg/dosis EV c/6-8 horas.**
 - **Extubación o paso a CPAP cuando se alcance FR 15-20 por min., FiO₂ < 0.40, PIM < 18 cm H₂O y MAP<7cm H₂O.**
- **V. Alta Frecuencia: Ver norma específica**

Bronconeumonía:

- **Conexión precoz a V. Mecánica si evolución es rápidamente progresiva.**
- **Conectar si:**
 - **FiO₂ entre 0.40 - 0.50 para mantener PaO₂ ≥ 60 mm Hg y saturación > 90% o presencia de retención de CO₂ que condicione acidosis respiratoria (pH < 7.25).**

- **Presencia de HTPP.**
- **Asociado a Shock séptico.**
- **Estrategia Ventilatoria:**
 - **FiO₂ :** Necesaria para saturar 94 - 97%.
 - **PIM:** Siempre usar el necesario para lograr adecuada excursión respiratoria sin sobredistender. En control radiológico obtener 8 espacios intercostales.
 - **PEEP:** 4 – 6 cm H₂O.
 - **TIM:** 0,45 - 0,50 seg.
 - **FR 40 - 60 por min o más en hipoxemia severa.**
 - **Flujos según FR y forma de la Flujo/Tiempo cuadrada:** 6-10 lts/min.
- **Primeras 24 a 48 hrs:** Mantener gasometría con PaO₂ ≥ 80 mm Hg o saturación Hb 94 - 97% y PaCO₂ entre 35 - 45 mm Hg, para manejar HTPP
- **Horas posteriores:** Mantener sat. > 90% y PaCO₂ alrededor de 40 - 50 mm Hg.
- **Mantener siempre condición hemodinámica óptima (el manejo del shock es vital)**
- **Destete:**
 - **Paciente estable.**
 - **Priorizar por disminución de barotrauma y/o volutrauma (disminuir MAP), junto con la FiO₂.**
 - **Disminuir primero FiO₂ y PIM.**
 - **Alternar con disminución de FR según saturometría, GSA y auscultación de murmullo pulmonar.**

Síndrome Aspirativo Meconial:

- **El manejo ventilatorio es controversial.**
 - **Una tendencia es evitar la conexión a ventilación mecánica y hacerlo si cursa con deterioro clínico rápidamente progresivo o con FiO₂ máxima por Hood no logra mantener PaO₂ ≥ 50 mm Hg o saturación > 87% a pesar de alcalinización, sedación y medidas hemodinámicas instauradas o acidosis pH < 7,25 con PaCO₂ mayor de 60 mm Hg.**
 - **La otra alternativa, es considerar la conexión a CPAP nasofaríngeo o IMV en caso de FiO₂ cercana a 0.60.**

- **Estrategias Ventilatorias:**

- **FiO2 1.0**
- **PIM :** Siempre usar el necesario para lograr adecuada excursión respiratoria sin sobredistender. En control radiológico obtener 8 espacios intercostales.
- **PEEP 2 - 3 cm H2O.** En caso de FR altas (mayores de 80) usar PEEP de 0 debido a que las frecuencias altas condicionan PEEP inadvertido con atrapamiento de aire (riesgo de escape aéreo).
- **TIM entre 0,4 - 0,5 seg al comienzo.** Vigilar relación I:E para evitar tiempos espiratorios cortos.
- **FR iniciar con 40 - 50 por min,** vigilando siempre TIM y PEEP, para evitar atrapamiento de aire. En ocasiones por hipoxemia severa usar frecuencias mayores a 60 cuidando PEEP inadvertido.
- **Sedación adecuada,** de ser posible priorizar por modalidad SIMV, para disminuir riesgo de escape aéreo.
- **En RN con HTPP,** mantener gasometría con PaO2 50 - 70 mm Hg y pH 7,40 a 7,45. Usar bicarbonato en fleboclisis alcalinizante según normas de HTPP.
- **Ventilación de Alta Frecuencia según norma.**

Hipertensión Pulmonar Persistente: Ver norma específica.

Displasia Broncopulmonar:

- **En fase crónica,** la estrategia debe ser tendiente a deshabituarse al neonato del ventilador lo antes posible (riesgo de baro/volutrauma y toxicidad por O2)
- **Estrategia Ventilatoria:**
 - **FiO2 mínima necesaria** para mantener PaO2 50 - 70 mm Hg o saturación Hb 91-94%, con adecuado incremento de peso.
 - **PIM según clínica.** Eventualmente hay que aumentar presiones por rigidez pulmonar.
 - **PEEP más bien bajas,** 2 - 4 cm H2O, según volumen pulmonar.
 - **FR bajas,** 10 - 15 por min.
 - **TIM prolongados,** 0,5 - 0,7 seg.
 - **Mantener gasometría con PaO2 > 55 mm Hg y PaCO2** que permita mantener pH sobre 7.25.(hipercapnia permisiva).

- **Destete:**
 - Con disminución de 2 -3 ciclos respiratorios por día hasta lograr mínimos requerimientos de parámetros
 - Apoyo farmacológico según norma de DBP.
 - Intentar uso de modalidad PSV para el destete.

Escapes Aéreos:

- **Neumotórax y Enfisema Intersticial Pulmonar son los problemas más frecuentes. En sí no corresponden a indicación primaria de ventilación mecánica y en general se presentan como complicaciones de ésta.**
- **Estrategias Ventilatorias en RN conectado a Vent. Mec. complicado con escape aéreo:**
 - **Objetivo principal es disminuir MAP (presión media de la vía aérea) al mínimo posible, a través de cualquiera de sus componentes (PIM, PEEP o TIM)**
 - **Priorizar el aumento de FiO₂ para saturación > 90% o PaO₂ > 50 mm Hg.**
 - **Tiempos espiratorios prolongados con FR bajas.**
 - **En caso de neumotórax en paciente conectado a VM con parámetros altos o neumotórax a tensión instalar drenaje pleural.**
 - **Si no tolera disminución de MAP, indicación de Ventilación de Alta Frecuencia, según normas.**

Apneas:

- **Indicación de V. Mecánica según duración, frecuencia, EG, asociación con otras patologías.**
- **Objetivo central es proporcionar una ventilación lo más "fisiológica" posible.**
- **Estrategias Ventilatorias:**
 - **FiO₂ mínima necesaria para mantener PaO₂ normal y saturación entre 90%-95%**
 - **PIM ajustada para prevenir hiperventilación: 10 - 18 cm H₂O.**
 - **PEEP moderada, 3-4 cm H₂O.**
 - **FR bajas (aumentar si aumenta el trabajo respiratorio o**

retiene pCO₂)

- **TIM 0,3 - 0,4 seg.**
- **Flujos bajos, 4 - 6 lts/min.**

Evaluación del RN en V. Mecánica:

- **Evaluación clínica:**
 - **Aspecto general (color, actividad, tono, perfusión)**
 - **Movilidad del tórax.**
 - **Murmullo pulmonar.**
 - **Sincronía o asincronía con la VM (necesidad adecuación de parámetros o de sedación).**
 - **Ubicación del ápex.**
- **Monitorización:**
 - **Hemodinamia horaria en paciente crítico.**
 - **Saturometría de oxígeno continua.**
 - **ECG.**
 - **F.R espontánea. Idealmente monitorización del volumen corriente.**
- **Laboratorio:**
 - **Gasometría. Considerar cuando no sea imprescindible evaluar pO₂ tomar gases venosos.**
 - **Rx. tórax.**
 - **Hematocrito.**
 - **Ecocardiografía.**
- **Se solicitarán según condición clínica y para decisiones de modificación de parámetros ventilatorios.**

Si se produce un deterioro brusco en el ventilador, se deben descartar:

- **Extubación.**
- **Obstrucción de TET.**
- **Escape aéreo (neumotórax a tensión)**
- **Falla en el ventilador o en la fuente de gases.**
- **Otras patologías del RN:**
 - **HIV**
 - **DAP con compromiso hemodinámico.**

- **Hemorragia pulmonar.**

Evaluación de gravedad.

- **Índice de oxigenación: $IO = MAP \times FiO_2 (\%) / pO_2 \text{ post-ductal}$.**
- **Diferencia alvéolo - arterial de O_2 .**
 - **$aDo_2 = 760 \times FiO_2 - (pCO_2 + pO_2 + 47)$.**
 - **Sólo útil con pCO_2 normal (35 - 45).**
 - **FiO_2 en fracción de uno.**

BIBLIOGRAFIA:

1. **Eichenwald E. Ventilación mecánica. En Cloherty J.: Manual de cuidados neonatales. Ed. Masson. 1999, 380-394.**
2. **Auten R., Vozzelli M., Clark R., Volutrauma:¿ qué es y cómo se evita?. Clinics of perinatology. Vol 28 N°3.**
3. **Sinha S., Donn S., Ventilación de volumen controlado: variaciones sobre un tema. Clinics of perinatology. Vol 28 N° 3. 2001**
4. **Greenough A.,Actualización acerca de la ventilación activada por el paciente. Clinics of perinatology. Vol 28 N°3. 2001**
5. **Van Marter L., Hipertensión pulmonar persistente del recién nacido. En Cloherty J.: Manual de cuidados neonatales. Ed. Masson. 1999, 413-420**
6. **Bhutani V.,Sivieri E., Uso de la mecánica pulmonar y gráficas de la forma de onda. Clinics of perinatology. Vol 28 N°3. 2001**
7. **Donn S.; Sinha S., Newer modes of mechanical ventilation for the neonate. Current Opinion in Pediatrics. Abril 2001,pag 99-103.**
8. **Carlo W., Martin R., Fanaroff A. Assisted ventilation and complications of respiratory distress. En Neonatal-Perinatal Medicine. Diseases of the fetus and infant. Ed. Mosby. 7° Ed. 2002.1011-1025.**