

## VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA PEDIÁTRICA: UNA PRIMERA APROXIMACIÓN

**Autores:** Andrés Castillo Moya - Analía Fernández

### INDICE

**1- Aspectos históricos**

**2- Conceptos básicos para entender la ventilación mecánica en el paciente pediátrico**

**3- Indicaciones generales de ventilación mecánica en pediatría**

**4- Modalidades ventilatorias más habituales en pediatría**

**5- Parámetros ventilatorios iniciales en pacientes sin patología pulmonar**

**6- Puntos clave**

**7- Referencias**

### 1- ASPECTOS HISTÓRICOS

400 años A.C., Hipócrates ya había mencionado la posibilidad de insuflar aire a los pulmones a través de la tráquea. Varios siglos más tarde (alrededor de 1550 D.C.), Andreas Vesalius, famoso médico y profesor de anatomía del siglo XVI, describía en su tratado *Humanis Corporis Fábrica*, la posibilidad de “restaurar” la vida de un animal colocando un tubo en la tráquea e insuflando aire a través de él. Sus contemporáneos describen la misma técnica durante las vivisecciones practicadas en animales, lo que evitaba el colapso pulmonar cuando abrían el tórax para estudiar el sistema respiratorio y circulatorio, pero a pesar de ser una técnica conocida debieron pasar más de dos siglos para que fuera aplicada en humanos. A mediados de 1700 y con el desarrollo de las técnicas de resucitación de personas ahogadas, la insuflación traqueal con fuelle se difundió, especialmente en Amsterdam, Venecia y Londres. Como una alternativa a este tipo de ventilación, se desarrollaron máquinas que ventilaban a presión negativa, siendo el primer modelo el producido en 1832 por el médico escocés John Dalzie, perfeccionado a fines del 1800 por Alfred Woillez, quien desarrollo un ventilador parecido a un tubo, que hacía en forma manual un proceso de cambio de presiones internas, lo que permitía que al ser puesto un individuo dentro de este tubo y con la cabeza afuera, el aire entrara en forma “no invasiva” a sus pulmones. Posteriormente, en 1931 John Emerson desarrolló los “pulmones de acero”, equipos de presión negativa que resultaron de la mejoría realizada sobre los prototipos desarrollados por Woillez, Drinker y Shaw, desarrollo permitido por la aplicación de la electricidad. La primera paciente pediátrica, que padecía

poliomielitis, fue asistida con el dispositivo desarrollado por Drinker en el Hospital de Niños de Boston (1).

El primer dispositivo a presión positiva fue desarrollado en medio de estos años marcados por el desarrollo de los ventiladores a presión negativa. El “Pulmotor” fue patentado en 1907 por Johann Heinrich Dräger y consistía en un diseño un dispositivo para entregar ventilación a presión positiva (a partir de un cilindro de gas comprimido), con el cual se alternaban los ciclos de inhalación y exhalación mediante un patrón constante de tiempo, por un mecanismo similar al de relojería. Durante los años 50 y con el fin de mejorar la sobrevida de los pacientes con polio bulbar durante la epidemia de Copenhague (una niña fue la primer traqueostomizada y asistida según la técnica utilizada por entonces por los anestesiistas), la ventilación mecánica (VM) dio un salto cualitativo, desarrollándose a partir de entonces los ventiladores a presión positiva. En 1953, Henry Lassen (2) publicó un reporte en donde mostró que la sola introducción de la VM como terapia en la polio, a los pocos meses de iniciar su uso, determinó una caída en la mortalidad desde rangos sobre 80% a cifras menores al 40%, sentando las bases de las técnicas actuales de VM en el paciente grave.

En el paciente pediátrico, la ventilación mecánica se ha desarrollado a partir de los principios y de la experiencia derivada de la ventilación mecánica en los pacientes adultos, el desarrollo paralelo del conocimiento de la fisiología del paciente pediátrico y de las interacciones con la Asistencia Ventilatoria Mecánica han permitido como consecuencia un mejor manejo de estos pacientes.

## **2- CONCEPTOS BÁSICOS PARA ENTENDER LA VENTILACIÓN MECÁNICA EN EL PACIENTE PEDIÁTRICO**

Los pacientes en edad pediátrica, hasta completar su desarrollo, difieren en aspectos anatómicos, mecánicos y fisiológicos de los pacientes en edad adulta. Al nacer, un niño solo tiene aproximadamente el 10% del número total de alveolos (4 m<sup>2</sup>). La alveolización se completa alrededor de los 18 meses(12 m<sup>2</sup>) y a partir de allí, aumenta el tamaño de los mismos hasta llegar al tamaño adulto. El árbol respiratorio de los pacientes pediátricos es mucho más estrecho, determinando que la resistencia de la vía aérea (Raw) en un lactante pequeño sea 15 a 20 veces mayor que en un adulto en condiciones normales. Dado que la resistencia al flujo de aire es inversamente proporcional al radio a la cuarta potencia para un flujo laminar y al radio a la quinta potencia para un flujo turbulento, esto determina una alta probabilidad de obstrucción al flujo ante pequeños cambios de radio producidos por edema de la pared, tales como los observados en las infecciones respiratorias. En estas condiciones la Raw puede llegar a valores de 80 a 500 cm/L/seg, con incremento consiguiente de hasta 25 veces del trabajo respiratorio. Los poros de Khon (comunicaciones interalveolares) y los canales de Lambert

(comunicaciones interbronquiales) no se desarrollan hasta los 6 meses de vida; esto unido a que las fuerzas de retroceso elástico hacia el exterior de la caja torácica son mucho más bajas en el neonato que en el adulto, determinando que el volumen residual funcional se da a una fracción de la capacidad pulmonar total mucho más baja (10% vs 40%), favorece el desarrollo de atelectasias ante las enfermedades respiratorias. Además, la pared torácica en lactantes y niños presenta costillas que están más horizontalizadas lo que dificulta la generación de presiones negativas intratorácicas especialmente en situaciones de compliance pulmonar baja. En forma conjunta, las diferencias anatómicas y funcionales descritas a nivel de caja torácica y parénquima pulmonar, determinan compliance o distensibilidad pulmonar menores, constantes de tiempo diferentes en las diferentes edades y volúmenes corrientes que varían no en relación a la masa muscular o porcentaje de grasa como ocurre en el adulto, sino en relación al peso y altura.

Fisiológicamente, la VM corresponde a la entrada y salida de un flujo de aire hacia los pulmones, flujo que es impulsado por una gradiente de presión creada por la máquina, determinando así la expansión pulmonar, siendo la salida o espiración de aire un proceso pasivo. Las estructuras torácicas normalmente impiden que el pulmón se infle. De esta manera es necesario aplicar una fuerza necesaria para vencer esta resistencia. Uno de los principales determinantes de esta resistencia global o impedancia, lo constituye la elasticidad tanto de los pulmones como de la pared torácica. Una medida de esta elasticidad es la **distensibilidad**, que corresponde en los pulmones al cambio de volumen en relación al cambio de presión transalveolar (presión alveolar menos presión pleural) y en la caja torácica al cambio de volumen en relación al cambio de presión transtorácica (presión ambiente menos presión pleural). El otro principal determinante para inflar los pulmones es la **resistencia de la vía aérea**. La resistencia de la vía aérea corresponde al cambio de presión transpulmonar en relación con el flujo de gas a través de esa vía aérea hacia los pulmones. A lo anterior se le debe sumar la presión requerida para vencer la inercia del sistema respiratorio y la resistencia de los tejidos a la deformación del pulmón, las que habitualmente son despreciables. Lo anterior, finalmente, se puede expresar matemáticamente en lo que se ha denominado la ecuación de movimiento para el sistema respiratorio, en donde la presión requerida para inflar los pulmones (Ptp) dependerá de la presión requerida para sobrepasar la compliance del sistema respiratorio (Pcomp) y de la presión requerida para sobrepasar la resistencia de la vía aérea (Presist):

$$P_{tp} = P_{comp} + P_{resist}.$$

La ecuación anterior, también se puede expresar como:

$$\mathbf{Ptp = (Volumen/Compliance) + (Resistencia Total \times Flujo)}.$$

Al interpretar esta ecuación de movimiento en un paciente en ventilación mecánica, se debe considerar que esta presión requerida para inflar los pulmones puede ser generada por el ventilador, por una ventilación espontánea o por ambas, pudiendo re expresar la ecuación como sigue:

$$\mathbf{Ptp = Pmus + Pvent}$$

en donde **Pmus** es la presión ejercida por los músculos respiratorio y **Pvent** es la presión ejercida por el ventilador.

De esta manera durante la ventilación espontánea, la presión generada por el ventilador será cero ya que la presión necesaria para generar un flujo través del sistema respiratorio es proporcionada por los músculos respiratorios del paciente. Por otro lado, cuando un paciente está completamente soportado, la presión ejercida por los músculos respiratorios será igual a cero, ya que la presión requerida para generar un flujo a través del sistema respiratorio es proporcionada por el ventilador mecánico.

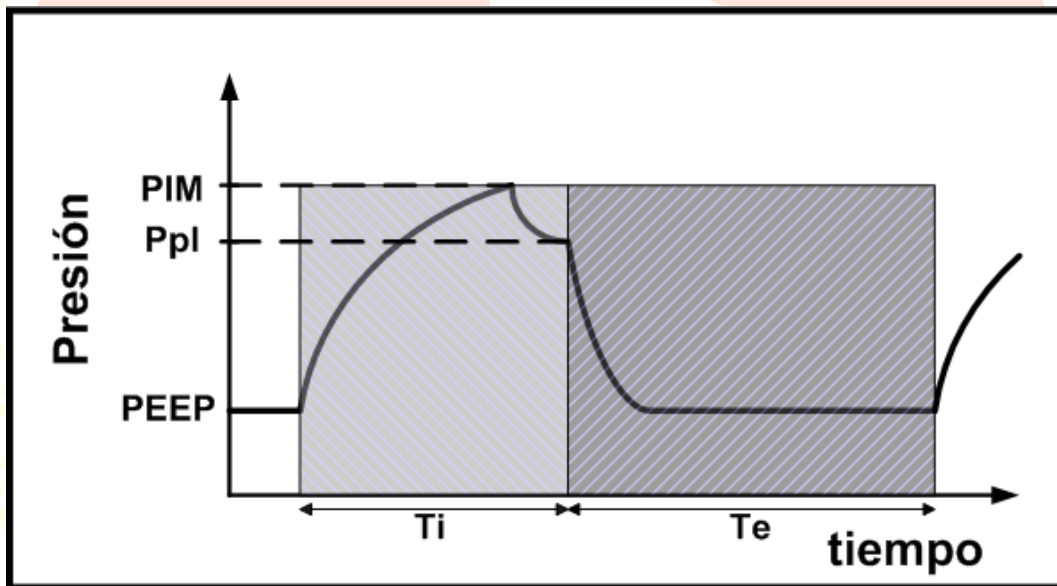
La principal meta de la ventilación mecánica es sustituir el trabajo respiratorio que no puede ser realizado de manera eficiente por nuestro paciente, logrando así producir una adecuada Ventilación y Oxigenación.

La **Oxigenación** corresponde primariamente al intercambio de gas a nivel alveolar, este permite mantener una adecuada PaO<sub>2</sub> y depende fundamentalmente de la presión media de vía aérea (**PMva**). Los principales determinantes de la PMva corresponden al Volumen corriente (**Vc**), la Presión Inspiratoria máxima (**PIM**), el Tiempo inspiratorio (**Ti**) y la Presión positiva de fin de espiración (**PEEP**).

La **Ventilación** corresponde al movimiento de gas fuera y dentro del pulmón, debiendo sobrepasar las fuerzas de resistencia de vía aérea y compliance pulmonar como se señaló en la ecuación de movimiento. Este movimiento de aire modificará y optimizará el movimiento de gas a nivel alveolar (ventilación alveolar), sitio en el cual se producirá el equilibrio y remoción de CO<sub>2</sub>. La ventilación minuto se puede dividir en ventilación alveolar y ventilación de espacio muerto, el cual está constituido por el espacio muerto anatómico y fisiológico. Tanto el aumento del espacio muerto anatómico o fisiológico, determinarán una disminución de la ventilación alveolar y por ende un aumento en la CO<sub>2</sub>. En los lactantes, las distintas interfases como tubos endotraqueales, adaptadores y dispositivos para administración de aerosoles incrementan el espacio muerto fisiológico, pudiendo ser cercano a los 3 ml/kg en los más pequeños si el uso de estos dispositivos no es el adecuado.

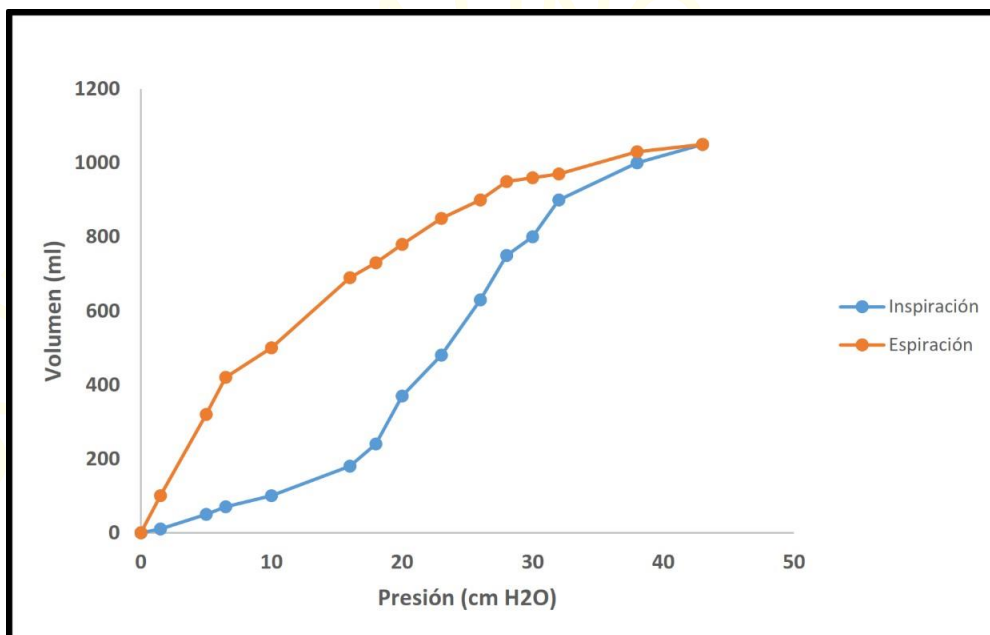
La presión máxima generada durante la fase inspiratoria de la VM que permite vencer la resistencia de la vía aérea al paso del flujo aéreo se conoce como **Presión Inspiratoria Máxima (PIM)**. La PIM es proporcional a la Resistencia y al Volumen Corriente o volumen movilizado durante la inspiración y es inversamente proporcional a la Compliance pulmonar. Si uno ocluye la válvula espiratoria, justo antes de la espiración y hace una pausa de al menos 3 segundos, se logrará obtener una presión de inflación estática o **Presión plateau (Ppl)** o Presion Meseta, que de manera práctica, se considera que se acerca a la presión que se alcanza en los alvéolos distales. Finalmente, se debe mantener un nivel apropiado de presión durante la espiración, de tal manera de no caer bajo un punto crítico en el que se producirá el cierre de la vía aérea y colapso alveolar, generando nuevamente atelectasias e hipoxemia, esta presión positiva continua de la vía aérea que evita el colapso durante el final de la espiración se conoce como **PEEP** (Figura 1).

**Figura 1: Relación Presión/Volumen en Modalidad Volumen Control**



*PIM: Presión inspiratoria máxima, Ppl: Presión plateau, PEEP: Presión positiva al final de la espiración, Ti: Tiempo inspiratorio, Te: Tiempo espiratorio.*

La **Compliance (C)** pulmonar es definida como el cambio de volumen en relación con el cambio de presión de vía aérea (Figura 2) es decir  $\Delta V/\Delta P$  y es determinada por las fuerzas elásticas dentro del pulmón junto con la tensión superficial generada por la interfase aire-tejido dentro del alveolo.

**Figura 2: Curva de Compliance o Distensibilidad Pulmonar**

La C puede a su vez ser dividida en C dinámica y C estática.

La **Compliance estática** proporciona una estimación de la compliance total del sistema pulmonar, es calculada dividiendo el volumen corriente (Vc) por la diferencia entre presión plateau o presión de inflación estática (Ppl) y PEEP total. Siendo PEEP total la suma de la PEEP programada más la auto PEEP medida luego de una pausa espiratoria de 2- 3 seg. que permita evaluar si existe volumen atrapado.

$$C_{est} = Vc \text{ (ml)} / Ppl - PEEP \text{ total (cmH}_2\text{O)}$$

La **Compliance dinámica** por otra parte incluye y refleja el aporte de la resistencia de la vía aérea al flujo de aire, se calcula dividiendo el volumen corriente (Vc) por la diferencia entre la presión inspiratoria máxima (**PIM**) y PEEP total.

$$C_{dyn} = Vc \text{ (ml)} / PIM - PEEP \text{ total (cmH}_2\text{O)}$$

La **Resistencia de la vía aérea** es la diferencia de presión entre la boca y el alvéolo necesaria para mover aire a través de la vía aérea a un flujo constante. Es determinada por la tasa de flujo, el largo de la vía aérea, las propiedades físicas del gas inhalado y el radio de la vía aérea, siendo este último el determinante más importante. La presión de conducción es la diferencia entre la presión inspiratoria máxima y la presión plateau, por lo que la resistencia inspiratoria puede calcularse:

**Raw ins= PIM – Ppl (cmH<sub>2</sub>O)/ Flujo Inspiratorio (L/seg)**

El uso de TET puede incrementar hasta un 27% la Raw, mientras que este incremento puede llegar al 40% en un lactante.

La **Constante de tiempo (CT)** corresponde a la medida de cuán rápido una unidad alveolar alcanza un equilibrio de presión con la vía aérea proximal, tanto en la fase de llenado como vaciado. Operacionalmente corresponde al producto de la C y la R. Este equilibrio de presión se alcanza en un 95% con 3 CT. Por esta razón, es recomendable de acuerdo con la edad y las CT, tiempos inspiratorios que varían desde 3 CT a un máximo de 5 CT, siendo importante que el tiempo espiratorio deba al menos tener la misma duración de la inspiración.

### **3-INDICACIONES GENERALES DE VENTILACIÓN MECÁNICA EN PEDIATRÍA**

El inicio de la VM depende de los objetivos clínicos que se desee cumplir en el paciente que requiere conexión.

Es importante que antes de conectar al paciente, el pediatra se pregunte cual es la razón por la que lo requiere:

¿es un paciente con enfermedad pulmonar grave?

¿la enfermedad es obstructiva, restrictiva o mixta?

¿el paciente tiene compromiso neurológico?

¿ el paciente tiene un TEC grave o signos de hipertensión endocraneana?

¿está el paciente en shock séptico o shock cardiogénico? etc.

Todas las preguntas anteriores, permiten definir cuál es la condición que determina la indicación de ventilar invasivamente al paciente.

La causa más común de ventilación mecánica corresponde a la falla respiratoria, en donde se intenta mantener un adecuado intercambio de gases ya sea porque el paciente no logra una adecuada oxigenación arterial ( $PaO_2 \geq 70$  con  $FiO_2 > 60$ ) o una adecuada ventilación alveolar ( $PaCO_2 > 55$  a 60 en ausencia de enfermedad pulmonar crónica). Otra indicación de ventilación mecánica es aquellas situaciones que requieran una disminución o sustitución del trabajo respiratorio, ya sea porque el trabajo respiratorio espontáneo sea ineficaz por sí mismo, porque el sistema respiratorio sea incapaz de realizar su función por falla muscular o esquelética o porque se debe sustituir su trabajo en el caso de procedimientos o postoperatorios complejos. La disminución del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) constituye otra de las indicaciones generales de ventilación mecánica, toda vez que, en circunstancias patológicas, el consumo de oxígeno por la musculatura respiratoria puede representarse sobre el 20% del consumo total

de oxígeno. Así, la VM permite disponer de una reserva de oxígeno para ser utilizada por otros tejidos. Las indicaciones generales de V.M. en la población pediátrica se describen en la Tabla 1

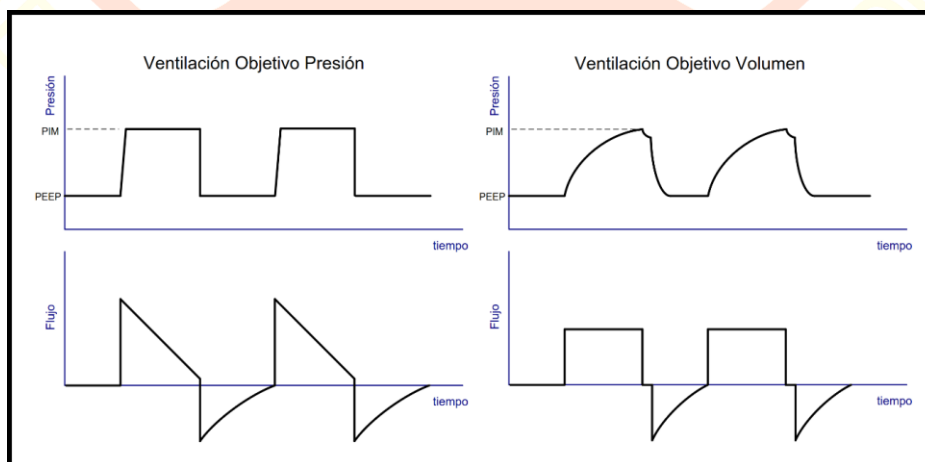
**Tabla 1: Indicaciones generales de Inicio de Ventilación Mecánica**

- Falla en la oxigenación arterial y/o Hipoventilación alveolar
- Cuadro Obstructivo Grave
- Enfermedad Neuromuscular
- Disminución de consumo metabólico
- Shock cardiogénico
- TEC grave - Politraumatismo complicado
- Sustitución del trabajo Respiratorio
- Cirugía, procedimientos en UCI

#### 4-MODALIDADES VENTILATORIAS MÁS HABITUALES EN PEDIATRÍA

La ventilación proporcionada por el ventilador mecánico es determinada por un flujo de aire entregado al paciente, controlando ya sea el volumen total administrado o la presión máxima alcanzada durante la inspiración. Durante la **ventilación controlada por presión (PCV)** un flujo inicial máximo permite alcanzar la presión programada; esa presión se mantiene constante en el tiempo inspiratorio, mantenida por un flujo que se desacelera a medida que disminuye el gradiente de presión. El volumen corriente administrado será variable, dependiente de los cambios en la resistencia y compliance del sistema respiratorio, por lo que es la principal variable a monitorear. La **ventilación controlada por volumen (VCV)** entrega un flujo constante durante el tiempo inspiratorio, que permite alcanzar el volumen programado, produciendo una curva de presión que asciende en el tiempo hasta alcanzar un máximo cuando se lograr el volumen establecido (Figura 3).

**Figura 3: Curvas de Presión y Flujo en la Ventilación controlada por Presión y por Volumen**





*PIM: Presión inspiratoria máxima, PEEP: Presión positiva al final de la espiración*

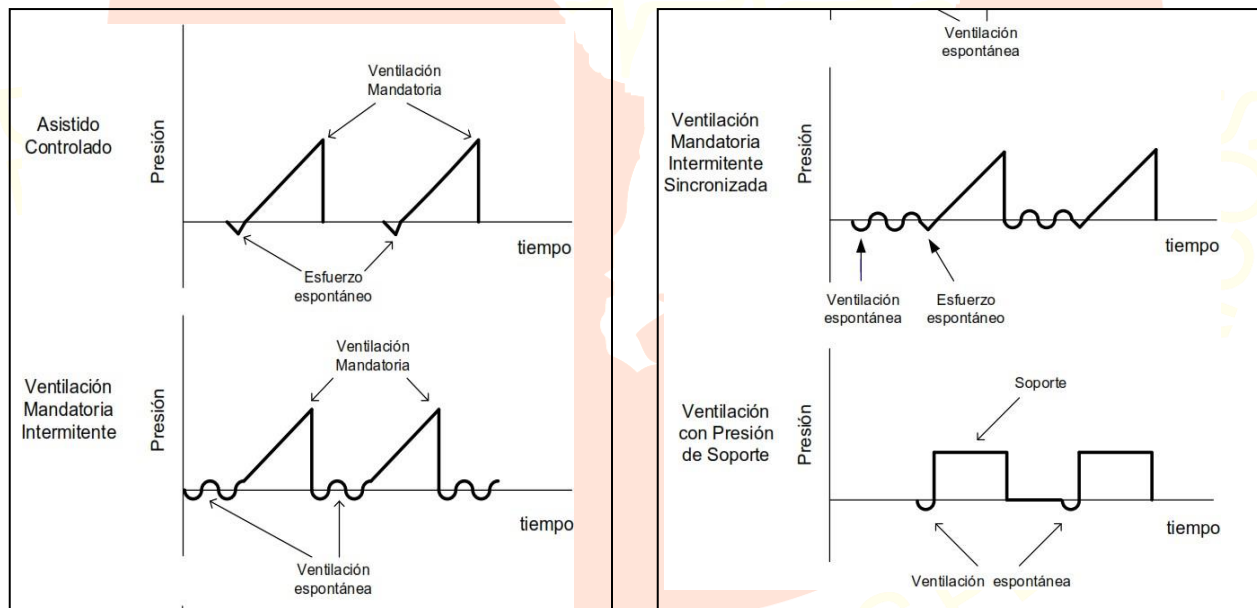
En esta modalidad las variables a monitorear son la presión inspiratoria máxima y la presión plateau o meseta, ya que las mismas variarán con los cambios de resistencia y compliance del sistema respiratorio. Tanto la VCV como la PCV pueden ser entregadas en **modos controlados** (frecuencia respiratoria mandatoria, iniciada por el respirador, sin esfuerzos espontáneos del paciente, generalmente por encontrarse bajo sedación profunda o curarizado) como en modos de **Ventilación Asistida-Controlada (A/C)**. En la modalidad A/C el un volumen o presión positiva preestablecidos son entregados al paciente a una frecuencia determinada, y cada vez que el paciente inicia una respiración espontánea con un esfuerzo inspiratorio, el ventilador entrega una respiración adicional igual a las programadas. El fin de la fase inspiratoria o ciclado, se alcanza al momento en que se logra el objetivo determinado según el modo ventilatorio programado: volumen (VCV), flujo (PS) o tiempo (PCV).

Dado el potencial riesgo de hiperventilación y eventual trauma alveolar por hiperinsuflación, se creó la Ventilación **Mandatoria Intermitente** la cual permite que el paciente pueda respirar en forma espontánea y con su propio esfuerzo entre las ventilaciones mandatorias. Esta modalidad ventilatoria no está sincronizada con el esfuerzo propio del paciente, por lo que se creó la **Ventilación Mandatoria intermitente Sincronizada (SIMV)** que sincroniza las ventilaciones mandatorias con el esfuerzo del paciente, lo que mejora la interacción paciente-ventilador y además permite al paciente respirar en forma espontánea, con o sin presión de soporte, entre las ventilaciones mandatorias. En este modo ventilatorio, las ventilaciones mandatorias pueden ser controladas por volumen o presión y son administradas a un intervalo regular de acuerdo a la frecuencia programada, sincronizadas con los esfuerzos del paciente.

La **Ventilación con Presión de Soporte o Presión asistida** es una forma de ventilación a presión positiva que proporciona una asistencia de una presión predeterminada a cada inspiración voluntaria que el paciente realiza. Es imprescindible en esta modalidad que el paciente presente respiraciones espontáneas, ya que el inicio de la inspiración está dado siempre por el esfuerzo del paciente. En este modo ventilatorio el ciclado (fin de la inspiración), está dado por la desaceleración del flujo inspiratorio del paciente, y tanto la frecuencia respiratoria, como la duración del tiempo inspiratorio y el volumen corriente serán variables. Por ello requiere el monitoreo cercano de la ventilación minuto, evitando tanto el exceso de soporte como el esfuerzo respiratorio fatigante. La PS se aplica a las respiraciones no mandatorias durante el uso de SIMV y es uno de los modos ventilatorios más frecuentemente utilizados en Ventilación no Invasiva.

Finalmente, **la Ventilación controlada por volumen y regulada por presión (PRVC)** corresponde a una modalidad dual, de uso cada vez más frecuente, en la que se programa un volumen corriente o volumen minuto determinado, siendo este entregado con un flujo desacelerante que permite lograr mantener un volumen constante manteniendo la menor presión que el sistema permita. Se puede además regular un límite máximo de presión, en donde el ventilador intenta entregar con cambios de flujo el volumen programado sin superar la presión máxima determinada. Esta modalidad se puede utilizar en pacientes con patología pulmonar restrictiva, con riesgo de trauma alveolar, patología obstructiva o en aquellos que presenten por su patología cambios muy frecuentes de la C. Los modos más comúnmente usados serán detallados a continuación (Figura 4). Una vez tomada la decisión del inicio de la ventilación mecánica, se debe tener presente que la modalidad ventilatoria y los parámetros que utilizaremos dependerán de la interrelación entre la condición del paciente (motivo por el cual se está utilizando VM), el equipo con el que se cuenta, las patologías subyacentes y la experiencia del Pediatra o Pediatra Intensivista tratante.

**Figura 4: Curvas de Presión/Tiempo SIMV (Volumen) y PS**



## 5-PARÁMETROS VENTILATORIOS INICIALES EN PACIENTES SIN PATOLOGÍA PULMONAR

La estrategia ventilatoria en patología específica será desarrollada en los capítulos correspondientes. En este apartado recordaremos la importancia de mantener una **estrategia ventilatoria protectora del pulmón**, evitando la lesión asociada a asistencia ventilatoria mecánica, en aquellos pacientes que requieren asistencia ventilatoria y que no presentan patología pulmonar. En estos pacientes el principal objetivo es mantener una SaO<sub>2</sub> y pCO<sub>2</sub> en rango fisiológicos, manteniendo el volumen apropiado de capacidad residual funcional, sin provocar colapso pulmonar ni atrapamiento aéreo, es decir, sin generar lesión asociada al uso de ventilación mecánica.

La programación inicial incluye:

- FiO<sub>2</sub> 100% hasta ver que el paciente se estabilice, descendiendo en cuanto es posible a valores menores de 60% y teniendo en cuenta los riesgos de la hiperoxia
- PIM inicialmente entre 20 y 25 cmH<sub>2</sub>O (nunca mayor a 30cmH<sub>2</sub>O en modos controlados por presión. En modos controlados por volumen monitorear la Presión meseta, que debe encontrarse por debajo de 28 cmH<sub>2</sub>O
- El volumen corriente administrado debe ser 5 a 8 ml/kg, monitoreado a nivel proximal siempre que sea posible (con adecuada calibración de compliance del circuito respiratorio cuando no lo es). ); ya sea en modos controlados por presión o por volumen
- La PEEP debe programarse en valores de 4 a 5 cm H<sub>2</sub>O para evitar el colapso pulmonar al final de la espiración, ocasionada por la caída de la compliance del sistema respiratorio secundario al uso de sedantes y/o relajantes muscular y el decúbito. En ocasiones pueden requerirse mayores niveles de PEEP para mejorar la oxigenación y permitir descender la FiO<sub>2</sub> (ver titulación de PEEP en los capítulos de estrategias específicas por patología).
- La FR y la relación I:E se programarán inicialmente de acuerdo a la edad de los pacientes: 20 a 25 en lactantes, 15 a 20 en preescolares y escolares y entre 10 y 20 en adolescentes.
- El TI oscila entre 0.6 segundos para lactantes pequeños y 0.8 para adolescentes, manteniendo una relación inspiración: espiración de aproximadamente 1:2 para niños 1:3 para adolescentes. Estos valores se ajustarán posteriormente de acuerdo al monitoreo de la mecánica respiratoria y de la ventilación alveolar.

La programación inicial deben ser monitoreada de manera continua ya la misma deberá ajustarse a los requerimientos, ya sea que estos se modifiquen por la evolución general del paciente o por la aparición

de compromiso pulmonar. El retiro del soporte ventilatorio ( ver capítulo de weaning) se realizará lo mas precozmente posible, por lo que la estrategia ventilatoria siempre estará atada a objetivos y evaluación diaria de la posibilidad de destete. Cuando la enfermedad que colocó al paciente en asistencia ventilatoria se estabilizó, y el paciente se encuentra en condiciones de reasumir la ventilación espontanea, todos los esfuerzos deben estar dirigidos a retirarlo del respirador, ajustando para ello la estrategia al protocolo de weaning de cada unidad.

## 6- PUNTOS CLAVES

- La ventilación mecánica invasiva es una herramienta fundamental en el manejo de los pacientes que presentan enfermedades que comprometen su vida, ya sea por falla respiratoria grave o por otras patologías no respiratorias
- Su uso cada vez más frecuente en las unidades de cuidado intensivo pediátrico.
- Su objetivo principal es sustituir el trabajo respiratorio del paciente, hasta que este sea capaz de realizarlo por sí mismo.
- El entendimiento de la fisiología del paciente pediátrico, la fisiopatología de la enfermedad o condición de base y el conocimiento del funcionamiento del ventilador mecánico y su interacción con el paciente, determinarán un mejor manejo, disminuyendo las complicaciones y conduciendo hacia una extubación exitosa.

## 7- REFERENCIAS

1. Farias, et al. Mechanical ventilation in pediatric intensive care units during the season for acute lower respiratory infection: A multicenter study. *PediatrCrit Care Med* 2012; 13:158-164.
2. Emerson JH. Some reflections on iron lungs and other inventions. *Respir Care* 1998; 43(7):574-583.
3. Lassen HC. A preliminary report on the 1952 epidemic of poliomyelitis in Copenhagen with special reference to the treatment of acute respiratory insufficiency. *Lancet* 1953;1(1):37-41.
4. Slutsky A: Ventilator-Induced Lung Injury: From Barotrauma to Biotrauma. *Respiratory Care* 2005, 50 (5):646-659.
5. Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. *Pediatric Anesthesia* 2009, 19 (suppl. 1):1-8.

6. Wheeler D, Wong H, et al. "Children are not Small Adults". The Open Inflammation Journal 2011, 4 (suppl. 1-M2):4-15.
7. West J. Respiratory Physiology, The Essentials, Ninth edition. Philadelphia, LippincotWilliams& Wilkins; 2012.
8. Heulitt M, Wolf G, Arnold J. Mechanical Ventilation. Nichols D. Rogers' Textbook of Pediatric Intensive Care, Fourth Edition edn. Philadelphia: LippincotWilliams& Wilkins; 2008, pag 508-531
9. Castillo A. Principios de Ventilación Mecánica. En Paris, Sanchez, Beltramino, Copto. Meneghello, Pediatría, 6ta. edición. Buenos Aires, MedicaPanamericana; 2013:537-545.
10. Venkataraman S. Mechanical Ventilation and Respiratory Care. En Fuhrman B., Zimmerman J. Pediatric Critical Care, 4th Edition. Philadelphia, ELSEVIER SAUNDERS; 2011: 657-688
11. Kornecki A, Wheeler D. Mechanical Ventilation. En Wheeler, Wong, Shanley. Pediatric Critical Care Medicine, 2nd edition. London, Springer-Verlag; 2014:127-161.
12. Prabhakaran P, Sasser W, Borasino S. Pediatric mechanical ventilation. Minerva Pediatr 2011, 63:411-424.
13. Manthous C, et al. The effect of Mechanical Ventilation on Oxygen Consumption in Critically Ill Patients. Am JU Respir Crit Care Med 1995; 151:210-214.
14. Chatburn R. Understanding mechanical ventilators. Expert Rev. Resp. 2010; 4(6):809-819.
15. Farias J, et al. What is the daily practice of mechanical ventilation in pediatric intensive care units? A multicenter study. Intensive Care Med 2004; 30:918-925.
16. Wolfer A, et al. Daily practice of mechanical ventilation in Italian pediatric intensive care units: A prospective survey. PediatrCrit Care Med 2011; 12:141-146.
17. Foronda F, et al. The impact of daily evaluation and spontaneous breathing test on the duration of pediatric mechanical ventilation: A randomized controlled trial. Crit Care Med 2011; 39:2526-2533.
18. Fontela P, et al. Risk factors for extubation failure in mechanically ventilated pediatric patients. PediatrCrit Care Med 2005; 6:166-170.
19. Randolph A. Protocols on Respiratory Outcomes in Infants and Children, A Randomized Controlled Trial. JAMA 2002; 288:2561-2568.
20. Baisch S, et al. Extubation failure in pediatric intensive care incidence and outcomes. PediatrCrit Care Med 2005; 6: 312-318.
21. Valle P, Ronco R, Clavería C, Carrasco J, Castillo A: Extubación fallida en pacientes pediátricos después de cirugía de cardiopatía congénitas. RevChilPediatr 2005, 76(5): 479-484

22. Venkataraman S, et al. Validation of predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. Crit Care Med 2000; 28:2991-2996.
23. Farias J, et al. A comparison of two methods to perform a breathing trial before extubation in pediatric intensive care patients. Intensive Care Med 2001; 27:1649-1654.
24. Farias J, et al. An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children. Intensive Care Med 2002; 28:752-757
25. Laham J, et al. Do Clinical Parameters Predict First Planned Extubation Outcomes in the PICU?. Journal of Intensive Care Medicine 2015;30(2):89-96.
26. Castillo A. Ventilación mecánica invasiva en el paciente pediátrico. NeumolPediatr 2017; 12(1): 15-22.

