

# VENTILACION MECANICA:

## Generalidades y Modalidades Tradicionales

Klgo. Daniel Arellano S.  
"Kinesiología" 2006. 25(4):17 - 25

La ventilación mecánica ha sido uno de los mayores avances de los últimos tiempos que ha cambiado el perfil de la atención de los pacientes con insuficiencia respiratoria grave. Actualmente es imposible pensar en el tratamiento de procesos fisiopatológicos agudos graves sin tener en cuenta la ventilación mecánica como elemento de soporte, incluso es impensable concebir una Unidad de Cuidados Intensivos sin ventiladores mecánicos<sup>(1)</sup>.

Es indispensable el entendimiento de la ventilación mecánica por parte del Kinesiólogo, para la aplicación correcta de las técnicas kinésicas y la optimización del tratamiento realizado al paciente.

Los ventiladores mecánicos insuflan un flujo de gas al paciente debiendo generar un gradiente de presión suficiente como para vencer las resistencias impuestas por el sistema respiratorio: la resistencia elástica (dada por la elastancia de los tejidos pulmonares) y las resistencias friccionales. El propósito de la ventilación mecánica es reemplazar la función del órgano intercambiador de gases para mantener dentro de parámetros óptimos los niveles de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> arteriales, no necesariamente dentro de parámetros normales<sup>(2)</sup>.

Vale la pena insistir que la ventilación mecánica corresponde a un método de soporte ventilatorio, a través del cual se reemplaza la función ventilatoria del pulmón, hasta que la condición del paciente mejore. La ventilación mecánica no es considerada una herramienta terapéutica<sup>(3)</sup>.

### OBJETIVOS DE LA VENTILACIÓN MECANICA:

Basado en el Consenso de Ventilación Mecánica, realizado en Illinois, USA<sup>(4)</sup>, los objetivos de ventilación mecánica se pueden clasificar en:

1. OBJETIVOS FISIOLÓGICOS.-
2. OBJETIVOS CLÍNICOS.

### OBJETIVOS FISIOLÓGICOS:

- **Manejo o apoyo del Intercambio Gaseoso pulmonar:**

- o Mejorar la Ventilación alveolar, a través de sus parámetros de PaCO<sub>2</sub>, pH.
- o Mejorar la Oxigenación arterial (PaO<sub>2</sub>, SatO<sub>2</sub>, CaO<sub>2</sub>)

Cabe considerar que la ventilación mecánica no necesariamente busca lograr parámetros normales de oxigenación y ventilación, sino valores "adecuados" (por ejemplo, hipercapnia permisiva, neuroquirúrgicos, etc)

- **Aumentar el Volumen Pulmonar**, tanto el volumen pulmonar inspiratorio (a través del uso de un volumen corriente o presión inspiratoria) como el volumen pulmonar espiratorio (a través del uso de una presión positiva espiratoria que aumenta la capacidad residual funcional: PEEP o CPAP).
- **Manejo o disminución del Trabajo Respiratorio**, con el fin de evitar la sobrecarga de la musculatura ventilatoria y su posible fatiga.

### OBJETIVOS CLÍNICOS:

- **Revertir la Hipoxemia**, aquella refractaria al uso de oxígeno y que requiere uso de presión positiva para reclutar unidades alveolares y así optimizar la relación V/Q, mejorando la oxigenación (Shunt).
- **Revertir la Acidosis Respiratoria**, generalmente asociada a fatiga muscular, hipoventilación, etc.
- **Manejo del Síndrome de Distrés Respiratorio.**
- **Prevenir y revertir atelectasias.**
- **Revertir la fatiga muscular**, dado que permite el descanso de la musculatura ventilatoria.
- **Permite la sedación y el uso de relajantes musculares.**
- **Disminuye el consumo de oxígeno miocárdico y sistémico.**
- **Estabiliza la pared torácica**, en casos donde se altera su integridad lo que afecta las condiciones mecánicas del sistema respiratorio.
- **Disminuir la Presión Intracraneal.**

Klgo. Daniel Arellano S.

## CONCEPTOS Y DEFINICIONES EN VENTILACIÓN MECÁNICA:

### VOLUMEN CORRIENTE (VC):

Cantidad de gas movilizado por el ventilador mecánico (y/o el paciente) en un ciclo ventilatorio (una respiración). Se expresa en unidades de volumen, generalmente mililitros (ml) o litros (L) <sup>(5)</sup>.

### FRECUENCIA RESPIRATORIA:

Número de respiraciones realizadas en un minuto (por el VM y/o el paciente). Se expresa en respiraciones por minuto (rpm) <sup>(6)</sup>

### VOLUMEN MINUTO:

Volumen de gas movilizado por el VM (y/o el paciente) en un minuto. El Volumen Minuto tendrá efecto sobre los parámetros ventilatorios y se expresa en litros por minuto (LPM). Es una medida de **VOLUMEN** y corresponde a la FR multiplicada por el VC. <sup>(7)</sup>

### FLUJO INSPIRATORIO:

Corresponde a la velocidad con la cual viaja un volumen de gas por la vía aérea en la inspiración. Es dependiente del gradiente de presión generado en el sistema respiratorio. A pesar de expresarse también en litros por minuto (lpm), corresponde a un concepto de **VELOCIDAD**, por lo que no debe confundirse con el volumen minuto o con un concepto de volumen <sup>(6)</sup>

### TIEMPO INSPIRATORIO:

Tiempo durante el cual existe un flujo inspiratorio hacia los pulmones. Durante este período se genera presión positiva. Generalmente debe tener una relación con el tiempo espiratorio (relación I:E) no menor a 1:1,5 para evitar el atropamiento aéreo.

### TIEMPO DE PAUSA INSPIRATORIA:

Tiempo posterior al tiempo inspiratorio, en el cual ocurre un cierre de las válvulas tanto inspiratoria como espiratoria del ventilador mecánico, produciendo de esta forma que el volumen inspiratorio se mantenga por un período de tiempo en los pulmones. El tiempo de pausa tendría dos utilidades para el clínico <sup>(7)</sup>:

1. Permite medir la **presión de pausa**, que corresponde a la presión generada para vencer la resistencia elástica del sistema toracopulmonar a la entrada de un volumen o

flujo de gas, gracias a lo cual se puede medir la distensibilidad estática del sistema respiratorio.

2. Permitiría una ventilación más homogénea, igualando las diferentes constante de tiempo de los distintos alveólos.

### PRESION INSPIRATORIA MAXIMA (PIM):

También conocida como Presión Inspiratoria Pick (o pico PIP) y corresponde a la presión generada para vencer tanto los elementos elásticos como resistivos del sistema toracopulmonar a la entrada de un volumen o flujo inspiratorio. (Cabe destacar que todo volumen que ocupa un recipiente genera presión) <sup>(9)</sup>.

### PRESION POSITIVA AL FINAL DE LA ESPIRACION (PEEP):

Presión positiva generada en la vía aérea al final de la fase espiratoria, que es producida por el atrapamiento de un volumen de gas dentro de los pulmones del paciente dado el cierre parcial de la válvula espiratoria del ventilador mecánico. Esta presión es determinada y programada por el operador clínico <sup>(8)</sup>. El objetivo del PEEP es:

1. Aumenta el reclutamiento alveolar, por aumento del volumen pulmonar.
2. Mejora la oxigenación arterial, debido a una mejor relación V/Q asociada al reclutamiento alveolar.
3. Mejorar la distensibilidad pulmonar.
4. Protección alveolar, al disminuir el stress producido por el constante cierre y reapertura alveolar

Cuando este nivel de presión positiva está asociada sólo a ventilación espontánea del paciente, se denomina **Presión Positiva Continua en la Vía Aérea (CPAP)** <sup>(8)</sup>.

### PRESIÓN MEDIA DE LA VÍA AÉREA (PMVA) <sup>(9)</sup>:

La PMVA corresponde a la presión promedio generada en la vía aérea, medida en un número determinado de respiraciones. Esta es la presión que será transmitida hacia los otros sistemas afectando la función de éstos, como por ejemplo sobre el retorno venoso, la Presión Intracraneana, etc. La PMVA está determinada por la programación del VM y las condiciones del paciente, afectándola directamente la Frecuencia Respiratoria, el tiempo inspiratorio, la Presión Inspiratoria Máxima, la Relación I:E y, en especial, el PEEP.

**Klgo. Daniel Arellano S.**

## CLASIFICACION D ELOS VENTILADORES MECANICOS

Los ventiladores mecánicos pueden ser clasificados según distintos criterios y características especiales, aquí se enumeran los considerados más importantes<sup>(10)</sup>:

Según la PRESION GENERADORA DEL CICLO, los ventiladores mecánicos se pueden clasificar en:

- **Ventiladores de Presión Negativa Extratoráxica:** Son aquellos ventiladores que generan una presión negativa que se transmite al tórax del paciente, lo que genera un gradiente de presión que permite la entrada de un flujo inspiratorio a la vía aérea. Estos ventiladores fueron los primeros en usarse como método de apoyo ventilatorio durante la crisis de poliomielitis (años 50) y los más conocidos son el "Iron Lung", pulmотор.

Estos ventiladores tienen la ventaja de no ser invasivos, además de permitir una respiración más fisiológico, pero son equipos muy grandes y aparatosos, por lo que limitan el examen clínico del paciente, la instalación de accesos venosos, sistemas de monitorización, etc. Estos equipos se utilizan en la actualidad principalmente en pacientes con alteraciones neuromusculares, donde requieren asistencia ventilatoria parcial (generalmente en las noches) para dar reposo a su musculatura ventilatoria.

- **Ventiladores de Presión Positiva Intratoráxica:** Son ventiladores que insuflan un volumen de gas en la vía aérea del paciente y generalmente requieren la instauración de una vía aérea artificial para su uso óptimo. Son equipos más versátiles, universales y que permiten la monitorización del paciente y uso de accesos venosos.

## CLASIFICACION DE LOS VENTILADORES DE PRESION POSITIVA:

1. Los VM de Presión Positiva pueden ser clasificados según la FUENTE DE ENERGIA que permite la operación de estos equipos, los ventiladores mecánicos se pueden clasificar en:

### a) Ventiladores Neumáticos:

Son aquellos ventiladores que sólo requieren la conexión a una fuente de gas para ser operativos. El paso de gas, asociado a sistemas de válvulas, componentes fluidicos, inyectores y otros mecanismos, permite la programación de presiones y/o volúmenes, frecuencia respiratoria, flujo, tiempo inspiratorio y otros parámetros.

Su principal ventaja radica en la no necesidad de requerir energía eléctrica, pero son equipos menos confiables en la entrega de volúmenes y presiones. Su principal uso actualmente es como equipos de transporte.

### b) Ventiladores Eléctricos:

Son aquellos equipos que requieren una fuente eléctrica para ser operativos. Están asociados a sistemas microprocesados, por lo que son más exactos en la entrega de volúmenes, presiones y otros parámetros. Su desventaja radica en la necesidad de una fuente eléctrica, aunque actualmente poseen sistemas de respaldo eléctrico (baterías recargables) para asegurar una mayor autonomía.

2. Según el TIPO DE FLUJO ENTREGADO los ventiladores mecánicos se pueden clasificar en ventiladores de:

### a) Flujo de Demanda:

Son aquellos ventiladores que entregan un flujo de gas sólo cuando el paciente lo requiere. Cuando no se da esta condición, no existe paso de gas en el circuito del paciente. Dado que estos equipos entregan un flujo de gas sólo cuando el paciente lo requiere, deben tener sistemas de gatillaje, por lo cual es importante la programación adecuada de la sensibilidad del equipo.

### b) Flujo Continuo:

Por el circuito de estos ventiladores siempre existe el paso de un flujo de gas de base, lo que asegura y barrido óptimo del gas espirado por el paciente, además de permitir en forma más segura la ventilación espontánea, especialmente en pacientes pediátricos y neonatales prematuros. Este paso de un flujo de gas de base, se conoce como "bias flow" en algunos ventiladores para adultos.

Klgo. Daniel Arellano S.

### 3. CLASIFICACION DE CHATBURN (11):

Robert Chatburn clasificó los ventiladores mecánicos (o modalidades ventilatorias), subdividiendo el ciclo en 4 fases:

- Fase de Cambio de Espiración a Inspiración (Gatillaje o Trigger)
- Fase Inspiratoria (Limitación)
- Fase de Cambio de Inspiración a Espiración (Ciclaje)
- Fase Espiratoria (Nivel basal)

#### a) Gatillaje (Trigger):

El gatillaje corresponde al esfuerzo umbral que debe realizar el paciente para que el ventilador entregue un ciclo ventilatorio (en este caso una respiración asistida). Este valor umbral es lo que se conoce como sensibilidad. Según el mecanismo de gatillaje, los ventiladores (o sus modalidades) se pueden clasificar en:

- **Gatillado por Tiempo:** Es todo ventilador que permita programar una frecuencia respiratoria y determina una ventilación CONTROLADA. Aquí el comienzo de un ciclo ventilatorio está determinado por el paso de un período de tiempo previamente fijado y en relación directa a la frecuencia respiratoria programada.
- **Gatillado por el paciente:** Estos ventiladores generarán un ciclo ventilatorio cuando capten un esfuerzo umbral del paciente previamente fijado (sensibilidad). Este concepto está asociado la modalidad ASISTIDA. Este tipo de gatillaje puede ser de dos tipos:

**Gatillado por Presión:** En este caso el paciente debe generar una presión negativa predeterminada como valor umbral, para que el ventilador mecánico responda entregando un volumen o flujo inspiratorio durante el ciclo ventilatorio.

**Gatillado por Flujo:** Aquí el paciente también debe generar un esfuerzo inspiratorio, pero el ventilador captará como valor umbral (para iniciar el ciclo inspiratorio) un esfuerzo expresado en un flujo inspiratorio mínimo y no en una presión negativa.

Los ventiladores gatillados por flujo son más sensibles que los gatillados por presión, por lo tanto requieren un esfuerzo menor por parte del paciente.

- **Gatillado por Tiempo y por el Paciente:** Este tipo de gatillaje está en relación con la

modalidad ASISTIDO/CONTROLADO, donde la frecuencia respiratoria dependen de una frecuencia prefijada por el clínico (controlado: gatillada por tiempo) y además puede ser gatillado por el paciente (cuando éste supera un umbral de presión o flujo predeterminado) (asistida)

- **Gatillado Manualmente:** Son todos aquellos ventiladores en los cuales se puede generar un ciclo ventilatorio en forma externa al esfuerzo del paciente, a través de la activación de un mando en el mismo VM.

b) **Limitación:** La limitación corresponde a la variable que se mantiene constante durante la fase inspiratoria. Según este concepto un ventilador puede ser:

- **Limitado por Flujo:** Son aquellos ventiladores que poseen una modalidad ventilatoria donde el flujo inspiratorio se mantiene constante durante todo el ciclo inspiratorio. (Por ejemplo, CMV controlado por volumen y flujo constante). Este concepto implica que la velocidad de entrada del gas a la vía aérea del paciente es siempre la misma.
- **Limitada por Presión:** En este caso, el parámetro constante durante la inspiración es la Presión (Por ej. ventilación controlada por Presión, PCV, Presión de Soporte).

c) **Ciclaje:** El término ciclaje tiene relación con la variable que servirá de estímulo para poner fin a la fase inspiratoria. Esta variable generalmente es prefijada por el operador. Según este criterio un ventilador (o modalidad ventilatoria) puede ser definida como:

- **Ciclada por Volumen:** En este caso la fase inspiratoria finalizará cuando se alcance un volumen corriente prefijado por el operador (Por ej. Ventilación Controlada por Volumen)
- **Ciclada por Presión:** La fase inspiratoria durará hasta lograr una presión predeterminada (Por ej. los primeros ventiladores con PCV, PR II, Birdmark, etc)
- **Ciclada por Tiempo:** Aquí la fase inspiratoria finalizará cuando se complete un tiempo inspiratorio previamente fijado. En general, todo ventilador que permita fijar un tiempo inspiratorio podría ser ciclado por tiempo.

Klgo. Daniel Arellano S.

- **Ciclada por Flujo:** La inspiración finalizará cuando se alcance un flujo inspiratorio previamente fijado (Por ej. PSV)

**d) Nivel Basal:**

Esta clasificación determina si posee un valor de presión positiva de base (PEEP o CPAP)

## MODALIDADES VENTILATORIAS TRADICIONALES

Corresponde a las formas o modos de entregar un flujo de gas al paciente, con mayor o menor cooperación por parte de éste. Estas modalidades pueden entregar tres tipos de respiraciones (12):

- **Respiraciones mandatorias**, que corresponde a aquellas realizadas exclusivamente por el ventilador mecánico, donde no existe participación por parte del paciente.
- **Respiraciones asistidas**, donde el ciclo inspiratorio es comenzado o gatillado por el paciente, y el volumen movilizado en cada ciclo ventilatorio es realizado mayormente por el ventilador mecánico. El esfuerzo del paciente se limita al necesario para gatillar el equipo, ya sea logrando una presión negativa o un flujo inspiratorio predeterminado, y que sirve de estímulo para que el ventilador genere un ciclo de presión positiva.
- **Respiraciones espontáneas**, en las cuales el esfuerzo es realizado por el paciente y el volumen movilizado dependerá de las condiciones mecánicas de su sistema respiratorio, del esfuerzo muscular generado y del apoyo ventilatorio que le esté entregando el equipo.

Las distintas modalidades ventilatorias, según sus características permitirán diferentes combinaciones de estos tipos de respiraciones. Estas modalidades puede tener dos tipos de control(13):

- **Volumen Control**, donde el VM entrega un volumen corriente predeterminado, y la presión que este volumen produzca dependerá de las condiciones mecánicas del sistema respiratorio (distensibilidad y resistencia) y el grado de participación que tenga el paciente en la ventilación. En este modo de control el VC puede ser entregado con diversos patrones de Flujo Inspiratorio (Flujo constante, ascendente, descendente, sinusoidal) (Fig.1) (14).

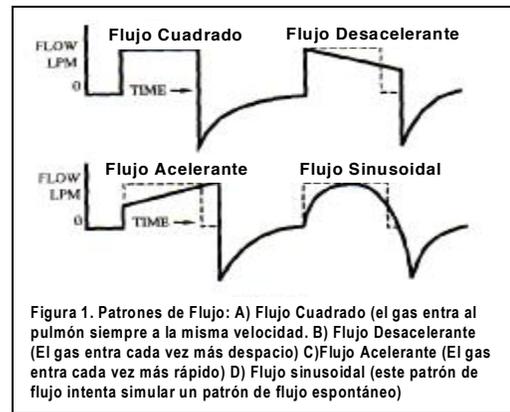


Figura 1. Patrones de Flujo: A) Flujo Cuadrado (el gas entra al pulmón siempre a la misma velocidad. B) Flujo Desacelerante (El gas entra cada vez más despacio) C)Flujo Acelerante (El gas entra cada vez más rápido) D) Flujo sinusoidal (este patrón de flujo intenta simular un patrón de flujo espontáneo)

Cabe destacar que en las modalidades controladas por volumen la aplicación de técnicas cinéticas podrá aumentar o disminuir la presión de la vía aérea, según el tipo de maniobra utilizada y la calidad en la técnica de aplicación.

- **Presión Control:** en este caso la presión inspiratoria es prefijada por el operador, y el volumen de gas movilizado (VC) dependerá de las condiciones mecánicas del sistema respiratorio y la participación del paciente. Las modalidades controladas por presión generalmente se caracterizan por generar curvas de presión cuadradas asociadas a flujo inspiratorio desacelerante. (Fig. 2)

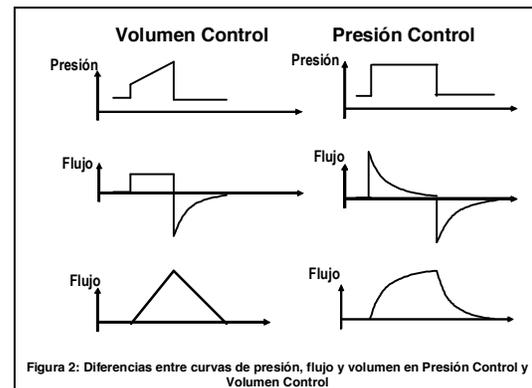


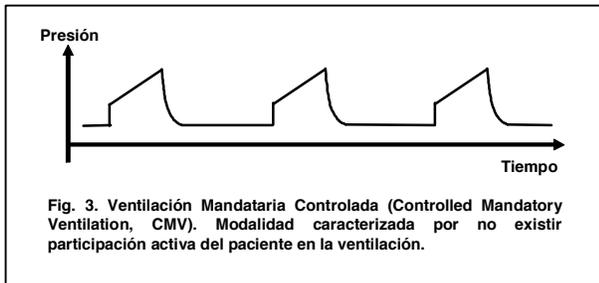
Figura 2: Diferencias entre curvas de presión, flujo y volumen en Presión Control y Volumen Control

Las modalidades ventilatorias más usadas y tradicionales son: (15)

- Ventilación Mandatoria Controlada (CMV)
- Ventilación Asistida Controlada (A/C)
- Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada (SIMV)
- Presión de Soporte

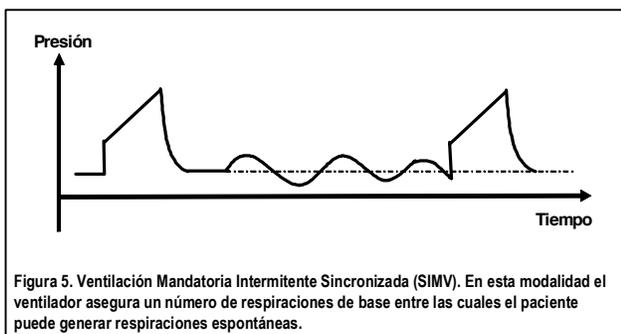
### VENTILACION MANDATORIA CONTROLADA:

Corresponde a una modalidad ventilatoria donde el volumen corriente (o presión inspiratoria), el flujo, la frecuencia respiratoria y tiempo inspiratorio son realizados por el ventilador según los parámetros programados. En este caso no existe participación del paciente en la ventilación y el tipo de respiraciones generadas son mandatorias (Fig.3) (16).



Es una modalidad útil en pacientes que requieren apoyo ventilatorio completo. En pacientes con actividad ventilatoria propia este modo puede ser molesto y provocar asincronía entre el paciente y el equipo, con un mayor riesgo de generar complicaciones. En esta modalidad el volumen minuto es relativamente constante.

Los ventiladores actuales permiten una modalidad Asistido/Controlado (A/C), en la cual, el paciente puede generar esfuerzos ventilatorios propios. En este caso el esfuerzo del paciente se limita al necesario para gatillar el ventilador ya sea logrando una presión negativa o un flujo inspiratorio predeterminado (concepto denominado "sensibilidad"), y que sirve de estímulo para que el ventilador genere un ciclo de presión positiva. La modalidad A/C permite respiraciones mandatorias y asistidas, por lo cual el volumen minuto puede ser variable (Fig.4) (16).



Dado que el paciente puede gatillar ciclos idénticos a los mandatorios, frente a una taquipnea se puede llegar a hiperventilar al paciente o aumentar el riesgo de hiperinflación dinámica (autopeep). Cabe destacar que cuando el paciente no gatilla el VM, este modo ventilatorio se comporta como CMV, el cual está asociado a un mayor riesgo de desarrollar disfunción diafragmática asociada a la ventilación mecánica (VIDD) (17).

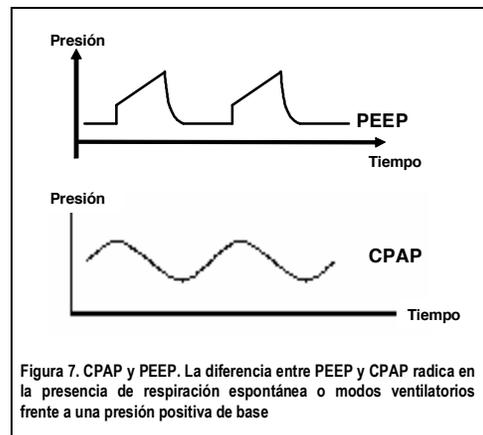
### VENTILACION MANDATORIA INTERMITENTE SINCRONIZADA (Fig.5):

Esta modalidad permite respiraciones mandatorias y espontáneas, es decir, tiene una frecuencia respiratoria de base que es generada por el equipo, entre las cuales el paciente puede realizar respiraciones espontáneas. El volumen minuto dependerá del volumen mandatorio más el volumen movilizado por el paciente(16).

En este modo, el ventilador genera sus ciclos mandatorios sincronizándose con la fase inspiratoria (presión negativa) del ciclo generado por el paciente.

### PRESION DE SOPORTE:

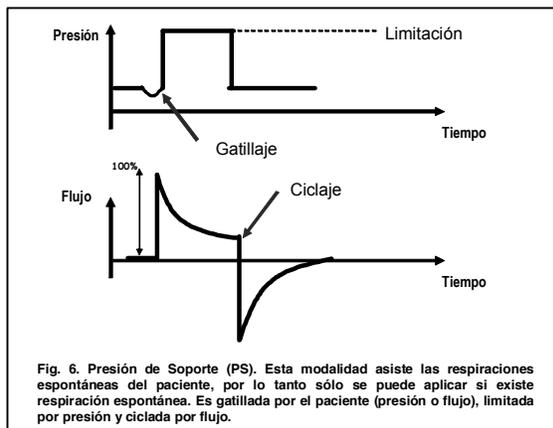
La Presión de Soporte (PS) consiste en una presión generada por el ventilador mecánico para asistir las respiraciones espontáneas del paciente, con el fin de lograr un volumen corriente que satisfaga sus demandas ventilatorias (Fig.6). La PS es una modalidad gatillada por el paciente, limitada por presión y ciclada por flujo (ya que el tiempo inspiratorio finaliza cuando el flujo inspiratorio cae hasta un valor predeterminado en el equipo o programado por el operador) (15,16,18).



En PS, el paciente determina la frecuencia respiratoria, el tiempo inspiratorio y el volumen corriente, según su esfuerzo ventilatorio.

La PS puede ser utilizada en toda modalidad donde existan respiraciones espontáneas del paciente, es decir, en CPAP y asociada a SIMV.

Los VM de última generación han incorporado nuevos elementos a esta modalidad, que optimizan su aplicación y mejoran la sincronía con el paciente (por ejemplo rise time, sensibilidad espiratoria, etc.) (18).



Actualmente y gracias a los avances tecnológicos, han surgido diversos tipos de modalidades ventilatorias(19-20). (que serán analizadas en una próxima publicación), donde destacan:

- Volumen control regulada por presión, también conocida como autoflow.
- Volumen de Soporte.
- Ventilación Asistida Proporcional
- Presión Positiva Bi-fásica
- Compensación del tubo endotraqueal.
- Ventilación Mandatoria Minuto.
- Ventilación con liberación de presión (APRV)

Aunque no son modalidades ventilatorias, vale la pena destacar dos "anexos ventilatorios" importantes para la ventilación mecánica, como son:

- **Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP: Positive End Expiratory Pressure)**
- **Presión Positiva Continua en la Vía Aérea (CPAP: Continuous Positive Airways pressure)**

Tanto el CPAP como el PEEP (Fig.7) corresponden a una presión positiva de base que es mayor a la atmosférica(15). Esta presión positiva es producida por un volumen de gas que permanece en el sistema respiratorio con el fin de aumentar la capacidad residual funcional (ver conceptos y definiciones: PEEP / CPAP).

## BIBLIOGRAFIA

1. Net, A; Benito, S. Capítulo "Estado actual de la Ventilación Mecánica" en "Ventilación Mecánica" (Tercera Edición) Editorial Springer- Verlag Ibérica. Barcelona.1998
2. Susan Pilbeam: Capítulo: "Basic Concepts in Mechanical Ventilation" En "Mechanical Ventilation", Physiological and Clinical Applications" Editorial Mosby . Missouri.1998
3. Steven McPherson, Capítulo: "Introduction to Ventilators", en "Respiratory Care Equipment" (5ª Edición). Editorial Mosby. Missouri,1999
4. Slusky G. "Concensus Conference on Mechanical Ventilation. Part I" Intensive Care Med. (1994) 20: 64 – 79
5. Sills J. Capítulo: "Pulmonary Function Testing" En "Advanced Respiratory Therapist Examen Guide". Second Edition. Editorial Mosby. Philadelphia, 2002
6. MacIntyre N. "Setting the Frequency – Tidal Volume Pattern" Respir Care (2002) 47(3): 266-278.
7. Bigatello L, Davignon K, Thomas H. "Respiratory Mechanics and Ventilator Waveforms in the Patient With Acute Lung Injury" Respir Care (2005) 50(2):235–244.
8. MacIntyre N. "Setting the Frequency – Tidal Volume Pattern" Respir Care (2002) 47(3): 266-278.
9. Chang D. Capítulo: "Airways Median Pressure" En "Respiratory Care Calculations". Second Edition. Editorial Delmar. New York, 1999
10. MacIntyre N. Capítulo: "Classification of Mechanical Ventilators" En "Mechanical Ventilation". Editorial Saunder. Philadelphia, 2001
11. Chatburn RL. "Classification of Mechanical Ventilators" Respir Care(1992) 37: 1009-1025
12. Susan Pilbeam: Capítulo: "Physical Aspect of Mechanical Ventilators" En "Mechanical Ventilation", Physiological and Clinical Applications" Editorial Mosby . Missouri 1998

**Klgo. Daniel Arellano S.**

13. Campbell R., Davis B. "Pressure-Controlled versus Volume-Controlled Ventilation: Does it Matter? *Respir Care* (2002) 47(4): 416-426
14. MacIntyre N. "Graphical Analysis of Flow, Pressure and Volume during Mechanical Ventilation". Tercera Edición. Editorial Intermed. Riverside, 1991.
15. Hess D., Kacmarek R. Capítulo: "Traditional Modes of Mechanical Ventilation". En "Essentials in Mechanical Ventilation" Segunda edición. Editorial Mc Graw Hill. New York, 2002.
16. MacIntyre N. Capítulo: "Modes of Ventilator Operation" En "Mechanical Ventilation". Editorial Saunder. Philadelphia, 2001
17. Jubran A. "Critical Illness and Mechanical Ventilation: Effects on the Diaphragm". *Respir Care* (2006) 51(9): 1054-1061
18. Hess D. "Ventilator Waveforms and the Physiology of Pressure Support Ventilation" *Respir Care* (2005) 50 (2):166 –183.
19. Hess D., Kacmarek R. Capítulo: "New Modes of Mechanical Ventilation". En "Essentials in Mechanical Ventilation" Segunda edición. Editorial Mc Graw Hill. New York, 2002.
20. Branson R., Johannigman J. "The Role of Ventilator Graphics When Setting Dual-Control Modes" *Respir Care* (2005) 50(2):187–201.

**Klgo. Daniel Arellano S.**