

NUEVOS MODOS VENTILATORIOS

Klgo. Daniel Arellano S.

"Kinesiología". 2007; 26 (1): 21 - 27.

Con los avances tecnológicos se ha producido la aparición de nuevos y sofisticados equipos que han revolucionado el mundo de la informática, las comunicaciones y otras áreas. La ventilación mecánica no ha quedado ajena a estos avances, y en los últimos años han aparecido nuevos ventiladores, desde los primeros con microprocesadores, que permiten entregar y monitorizar parámetros con mayor exactitud y más confiables, hasta nuevos equipos que han considerado nuevas modalidades ventilatorias, que favorecen la aplicación de la ventilación mecánica y mejoran la adaptación del paciente al soporte ventilatorio. Con cada nueva generación de ventiladores, han aparecido nuevos modos ventilatorios y diversas variaciones de los modos tradicionales. Actualmente existen numerosas modalidades ventilatorias derivadas del ingenio de los diversos fabricantes.

Esta aparición de nuevos modos ventilatorios, desarrollados por los fabricantes de equipos médicos y, asociado a la aparición del concepto de "marca registrada" de la economía moderna, existen diversos modos ventilatorios con características y principios operativos similares pero con nombres diferentes, que ha llevado a cierto grado de confusión entre los usuarios y clínicos, especialmente cuando el conocimiento de su funcionamiento no es del todo conocido o dominado por los profesionales a cargo.

Aunque han sido fuertemente promocionados por las empresas, aun no está completamente probado el rol clínico de algunos de estos modos, y su uso a menudo está basado en la experiencia que tenga el operador, más que en la evidencia de que son superiores a los modos tradicionales. ^(1,2)

Para aclarar estas dudas se describirá en este artículo las principales modalidades ventilatorias aparecidas, sus principios operativos, uso clínico y los distintos nombres dados según los diversos fabricantes. También describiremos algunas modalidades tradicionales que gracias a la tecnología han integrado nuevas modificaciones y variaciones que han mejorado su aplicación y tolerancia por parte del paciente, en especial las modalidades controladas por presión.

Klgo. Daniel Arellano

VENTILACION CONTROLADA POR PRESION: (Pressure Control Ventilation, PCV)

La PCV es utilizada hace años, incluso los primeros ventiladores mecánicos fueron controlados por presión, aunque éstos eran ciclados por presión, es decir, cuando la presión en la vía aérea alcanzaba el valor prefijado por el operador, el ventilador abría su válvula espiratoria y comenzaba la espiración.⁽³⁾

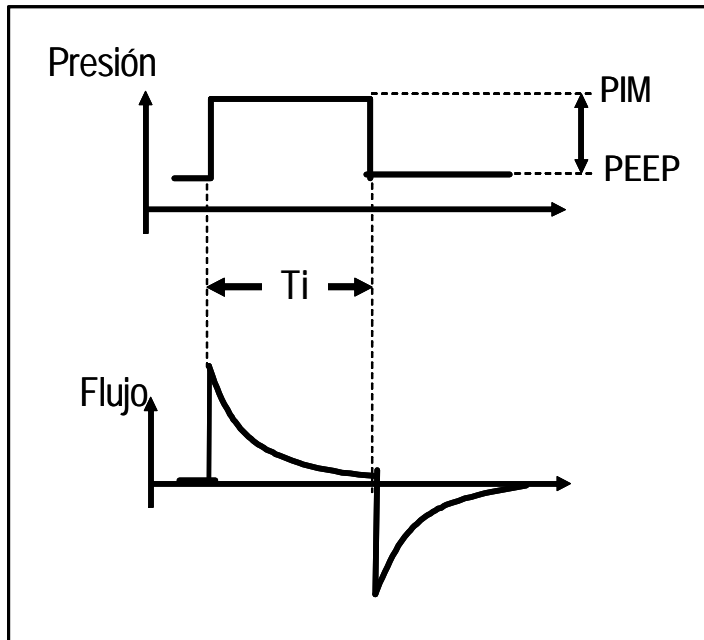


Fig. 1 Ventilación Controlada por Presión (VPC): En esta modalidad la Presión es prefijada y constante, y se mantiene durante todo el tiempo inspiratorio. El flujo es desacelerante.

Los ventiladores mecánicos de última generación traen incorporados la PCV, la cual actualmente es limitada por presión y ciclada por tiempo, es decir, la fase inspiratoria durará hasta que se cumpla un tiempo inspiratorio prefijado por el operador. La presión alcanzada en la vía aérea llegará hasta un valor también prefijado (limitada por presión) y se mantendrá en este valor de presión hasta que finalice el tiempo inspiratorio, generando una curva de presión cuadrada y una curva de flujo inspiratorio desacelerante (Fig. 1).⁽⁴⁾

En la PCV, el clínico puede programar el tiempo inspiratorio y la presión inspiratoria que será aplicada al paciente.

Al evaluar la curva presión/tiempo en la PCV, se puede apreciar que esta curva tiende a ser cuadrada, dado que rápidamente se presuriza la vía aérea, con el fin de alcanzar la presión prefijada. Este aumento rápido de la presión se logra por la administración de un flujo inspiratorio elevado. Posteriormente, ya alcanzada la presión deseada, el flujo inspiratorio comienza a descender, manteniendo un valor constante de presión durante lo que dure el tiempo inspiratorio.⁽⁶⁾

Cabe destacar que en los ventiladores mecánico modernos se puede variar esta configuración “cuadrada” de la curva de presión, presurizando más

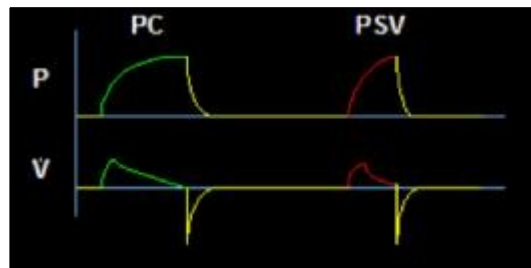


Fig. 2: Rise Time Inspiratorio. Este elevación “más lenta” de la Presión en la vía aérea puede ser realizada en cualquier modo controlado por presión, ya sea controlada (Presión Control) o espontánea (Presión de Soporte)

lentamente la vía aérea, lo cual podría ser mejor tolerado por el paciente. Esta alza progresiva de la presión hasta lograr el valor predeterminado puede ocupar diferentes porcentajes del total del tiempo inspiratorio, y es conocido con distintos nombres según la marca del VM. (Rise Time, Rampa inspiratoria, tiempo de retardo inspiratorio, etc) ⁽²⁵⁾ (Fig. 2)

En general, la curva presión/control en la PCV va a ser constante e invariable, en cambio la curva de Flujo/tiempo va a estar influenciada por las condiciones mecánicas del sistema respiratorio, del esfuerzo que podría estar realizando el paciente y de intervenciones externas, como las maniobras kinésicas.

Las ventajas de esta modalidad es que entrega un flujo elevado al comienzo de la fase inspiratoria, lo que puede ser útil en pacientes con esfuerzo ventilatorio y con alta demanda de flujo, dando mayor confort. Otra ventaja radica en la capacidad de generar un flujo desacelerante, que mejora la distribución del gas inspirado en un pulmón más heterogéneo, con distintas constantes de tiempo (por ej. SDRA). Por otra parte, todas las modalidades limitadas por presión evitan la exposición del paciente a presiones elevadas en la vía aérea, con riesgo potencial de barotrauma. ⁽⁵⁾

Una de las desventajas de los modos controlados por presión (y limitados por presión) es que generan una presión constante de la vía aérea, y el volumen movilizado en cada respiración dependerá de las condiciones mecánicas del sistema respiratorio (es decir, distensibilidad toracopulmonar y resistencia de la vía aérea) y del esfuerzo del paciente si éste participa. Un paciente con distensibilidad baja y resistencia alta (o cambios bruscos de su mecánica) podría generar menor volumen corriente frente a un cambio de presión prefijado, corriendo riesgo de hipoventilación. ⁽⁵⁾

Como había sido mencionado anteriormente, las maniobras kinésicas pueden influir por lo tanto sobre el volumen de gas movilizado. La aplicación de maniobras de bloqueo en un paciente ventilado por presión, más que lograr una redistribución del gas inspirado, generarán una mayor resistencia frente a un mismo cambio de presión (generado por el ventilador), esta mayor resistencia provocará menor entrada de gas, disminuyendo el volumen corriente que recibe el paciente. Por esta razón no se recomienda el uso de esta técnica kinésica cuando los pacientes son ventilados con modos controlados por presión (Presión Control, Presión de Soporte, Bilevel, etc.), incluso debería ser contraindicada.

MODOS DE CONTROL DUAL:

Como se ha mencionado anteriormente, tenemos dos formas principales de ventilar a los pacientes: a través de modos controlados por presión o por volumen. ⁽⁶⁾

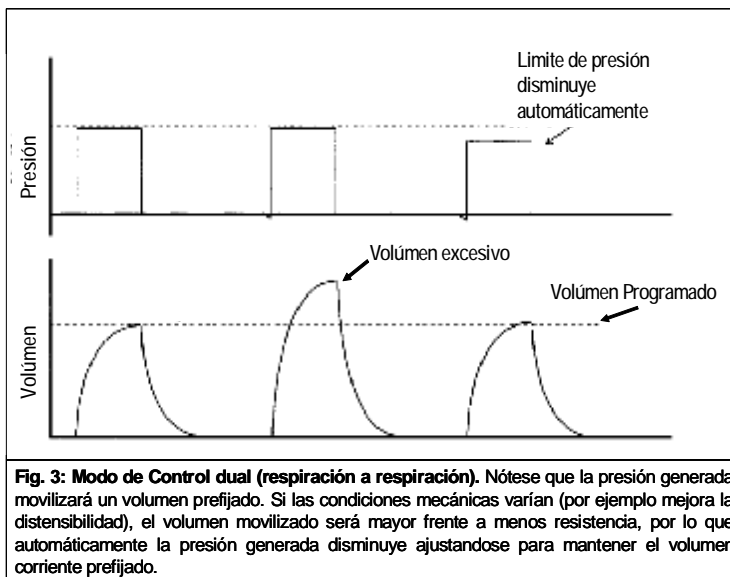
Los modos controlados por volumen generan un volumen corriente prefijado, y la presión que se genere en la vía aérea dependerá de las condiciones mecánicas del sistema respiratorio (Distensibilidad y Resistencia de la vía aérea). Por otra parte, los modos controlados por presión se

caracterizan por tener una presión constante prefijada, en este caso el volumen corriente movilizado dependerá de las condiciones mecánicas del pulmón.

Actualmente tenemos posibilidad de entregar la ventilación del paciente a través de modos duales, que se caracterizan por entregar un volumen corriente considerando también la presión de la vía aérea.

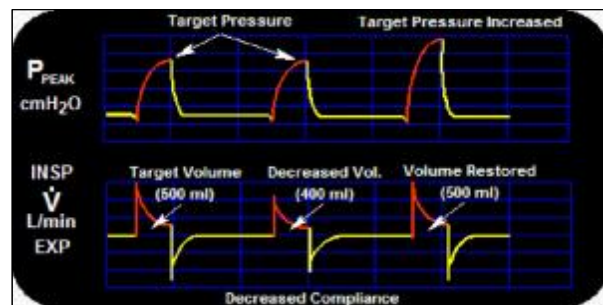
Estas modalidades permiten controlar el volumen o la presión basada en una medición de variables ventilatorias y un sistema de retroalimentación, que permiten modificar las condiciones de la ventilación entregada al paciente. Este control dual puede ser realizado a través de dos técnicas ⁽¹⁾:

- **Control dual dentro de cada respiración:** el VM recibe información para activar una respiración controlada por volumen o presión durante una respiración, según la condición del paciente. Este modo disminuiría el trabajo respiratorio, la Resistencia de la Vía Aérea y el AutoPEEP, además de dar un mayor confort al paciente, pero aun no existen estudios para determinar su efecto a largo plazo. ⁽²⁾
- **Control dual respiración a respiración:** el VM utiliza información medida de las condiciones ventilatorias de la última respiración para determinar el nivel de presión entregada al paciente en una respiración limitada por presión (Ya sea ventilación Presión Control o Presión de Soporte).



Los modos duales más conocidos en nuestro país corresponden a los modos de control dual respiración a respiración, y su nombre cambia según el fabricante. (Por ejemplo, el modo Volumen Control Regulado por Presión, PRCV (Siemens 300), Ventilación con Presión Adaptativa, APV (Hamilton Galileo), Auto-flow (Evita 4), Volumen Control Plus (VC+) (Puritan Bennett). ⁽²⁴⁾

En estos ventiladores se programa un volumen corriente “target” (objetivo), limitando la presión requerida para movilizar ese volumen, es decir se genera una curva limitada por presión y ciclada por tiempo (Presión control). En otras palabras, son modos ventilatorios que permiten entregar



Klgo. Daniel Arellano

un soporte de presión (Presión Control) para lograr un volumen de gas predeterminado en cada respiración. El VM mide ciclo a ciclo la distensibilidad del sistema paciente-ventilador, y basado en estos datos programa una presión que logre movilizar el volumen corriente programado. ⁽⁷⁾

Si hay cambios en las condiciones mecánicas del paciente, el ventilador medirá nuevamente la distensibilidad del paciente, y basado en este parámetro adecuará la presión necesaria para mantener el volumen corriente programado (ya sea aumentando o disminuyendo la presión inspiratoria) (Fig.3 y 4) Esto es similar a tener un operador al lado del paciente aumentando o disminuyendo la presión prefijada en cada respiración (presión control o de soporte), para lograr el volumen corriente deseado.

Los modos de control dual son limitados por presión, y pueden ser ciclados por tiempo (modos mandatorios) o por flujo, estos últimos en modalidades más espontáneas (Volumen de Soporte, VAPS, etc.).

Dentro de sus características destaca el poder disminuir la presión máxima de vía aérea, pero no ha demostrado ventajas sobre otros modos en relación a disminución de complicaciones y mejor sincronía con el paciente. ⁽²⁾

COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA DEL TUBO:

Esta modalidad busca compensar la resistencia impuesta por el tubo endotraqueal (TET) a través del uso de las características resistivas conocidas de la vía aérea artificial, con el fin de vencer trabajo impuesto ésta.

Generalmente la Presión de Soporte (PS) es utilizada para compensar la resistencia impuesta por el TET, pero vale la pena recordar que este modo de apoyo ventilatorio entrega una asistencia constante en la vía aérea y no varía según el esfuerzo del paciente y el flujo inspiratorio que genere. ⁽⁸⁾

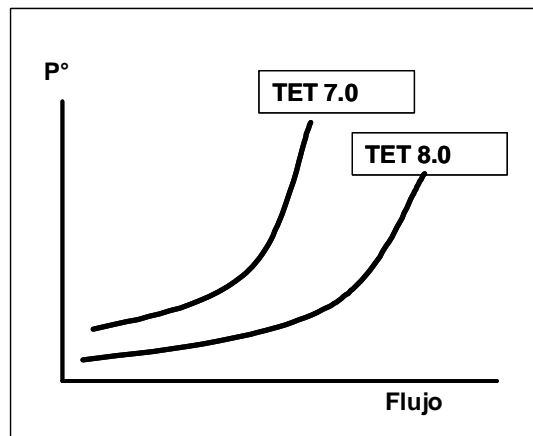
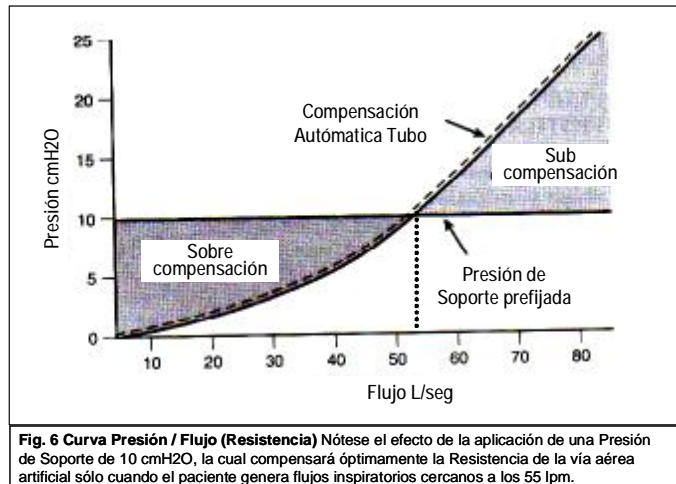


Fig. 5 Curva de Resistencia (relación Presión/Flujo) de dos tubos endotraqueales de diferente diámetro. A medida que aumenta el flujo de gas, aumenta la presión generada (aumentando la resistencia)

Cabe destacar que la resistencia de la vía aérea varía dependiendo del flujo inspiratorio generado, es decir, cuando el paciente realiza un flujo inspiratorio mayor, la resistencia generada aumenta, necesitando un mayor esfuerzo del paciente. (Fig. 5). Considerando que en la respiración espontánea, el paciente constantemente varía el flujo inspiratorio y, por lo tanto, la resistencia de la vía aérea artificial. Si se desea utilizar apoyo ventilatorio en la fase inspiratoria para vencer esta resistencia, lo ideal sería que éste soporte también fuera variable. ⁽⁹⁾

En general, la PS entrega una asistencia constante que no se adapta al esfuerzo generado por el paciente, por lo tanto, cabe la posibilidad de que cuando el paciente realiza un esfuerzo inspiratorio leve (con un bajo flujo inspiratorio), la PS programada sea mayor a lo que necesita el paciente para compensar la resistencia impuesta por el TET (sobrecompensación). Por otra parte, si el paciente genera un flujo mayor, la PS aplicada podría no lograr compensar completamente la resistencia generada, subcompensando el esfuerzo del paciente. ^(1,5) (Fig. 6).



En otras palabras, la aplicación de una presión constante durante la fase inspiratoria de la respiración espontánea, que no varía ciclo a ciclo y que no se adecua al esfuerzo o flujo inspiratorio realizado por el paciente, podría entregar una compensación inadecuada, siendo exagerada frente a esfuerzos menores, o insuficiente cuando el paciente realiza un esfuerzo mayor.

La Compensación Automática del TET (TC, Tube compensation) entrega una PS suficiente para compensar la resistencia impuesta por el TET, y que además varía ciclo a ciclo. Esta modalidad utiliza la información conocida referente a la vía aérea artificial (uso de TET o TQT y su diámetro) y además mide el flujo inspiratorio generado por el paciente. Con esta información determina la presión traqueal y resistencia de la vía aérea, y entrega una presión de soporte necesaria para compensar esta resistencia generada. A pesar que compensa a través de presión de soporte, la diferencia es que ésta varía ciclo a ciclo, según la resistencia medida en la vía aérea. ⁽⁵⁾

Cabe destacar que, dado que usa parámetros prefijados (diámetro y tipo de vía aérea artificial), esta modalidad no considera elementos externos que varíen la resistencia, como secreciones bronquiales o condensación en la VA artificial). Tampoco considera las condiciones elásticas del pulmón (Distensibilidad).

Es importante también considerar que hay escasa evidencia que apoya esta técnica sobre otras, y debe ser considerada como una opción más. Tampoco la CAT no ha demostrado ser superior al uso de Presión de Soporte o Tubo T en el weaning. ⁽¹⁰⁾

VENTILACION ASISTIDA PROPORCIONAL:

La Ventilación Asistida Proporcional (proporcional Assited Ventilation, PAV) es un modo de ventilación mecánica (VM) basado en la Ecuación de Movimiento⁽¹⁾, la cual establece:

$$P_{VM} + P_{musc} = \text{Volumen} \times \text{Elastancia} + \text{Flujo} \times \text{Resistencia}$$

P_{VM} : Presión generada por el ventilador mecánico.

P_{musc} : Presión generada por los músculos respiratorios.

Por lo tanto:

- A > volumen o elastancia \longrightarrow > trabajo muscular o del VM
- A > Resistencia vía aérea \longrightarrow > trabajo muscular o del VM

La PAV permite aumentar o disminuir la presión de la vía aérea (presión control) para realizar siempre un trabajo proporcional al esfuerzo del paciente. EL VM determina su presión control basado en la medición “online” de la elastancia y resistencia de la vía aérea (R_{va}) y amplifica esta presión en proporción al flujo inspiratorio y al volumen.⁽¹⁾

En este modo ventilatorio se programa FiO₂ y PEEP, además de dos parámetros especiales, como un Volumen de Asistencia y un Flujo de Asistencia. El Volumen de Asistencia busca compensar o vencer la resistencia elástica del sistema respiratorio (o Elastancia) o las exigencias de un mayor volumen. Por su parte, el Flujo de Asistencia busca compensar o vencer la resistencia impuesta por los elementos friccionales (Resistencia de la Vía Aérea) o la necesidad de un mayor flujo inspiratorio. En otras palabras, si el paciente desea movilizar un mayor volumen corriente debería realizar un mayor trabajo muscular, por lo tanto el ventilador también le entregará un mayor soporte ventilatorio (en proporción al esfuerzo del paciente) para lograr este objetivo. Lo mismo ocurrirá si el paciente genera un flujo inspiratorio mayor, o se alteran las condiciones mecánicas en su sistema respiratorio.

Además de puede programar el porcentaje de asistencia que se quiera entregar el paciente (generalmente 80%). En ventiladores de última generación la programación del Flujo y Volumen de Asistencia es automática.

La asistencia entregada por esta modalidad es proporcional al esfuerzo realizado por el paciente y se basa en la Ecuación de Movimiento, por ejemplo si el

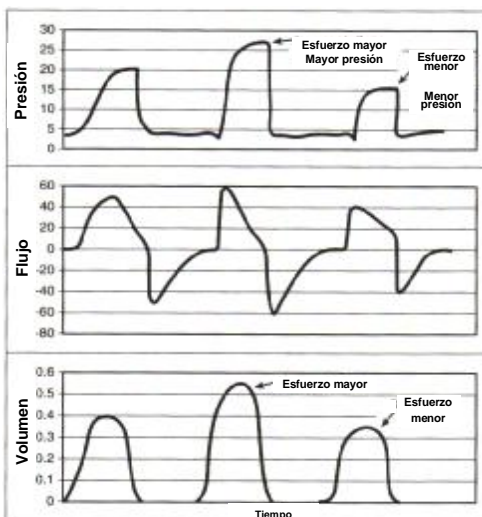


Fig. 7: Ventilación Asistida Proporcional. Esta modalidad entrega soporte ventilatorio variable según el esfuerzo que el paciente realice (proporcional).

paciente genera un mayor esfuerzo para movilizar un mayor volumen, el VM entrega una mayor asistencia también, proporcional al esfuerzo del paciente. (Fig.7). Esta modalidad es utilizada con respiraciones espontáneas.

Esta modalidad ha sido bastante estudiada y comparada con la Ventilación con Presión de Soporte (PS) ^(12,13), tanto en ventilación invasiva como no invasiva. La PAV permite mayor variabilidad del volumen corriente que la PS ⁽¹⁴⁾ y su mayor ventaja demostrada es que sería mejor tolerado que la PS, proporcionando mayor confort. ⁽¹⁵⁾

VENTILACION MANDATORIA MINUTO (VMM):

Método descrito hace varios años que ha reaparecido en ventiladores de última generación y ha sido utilizado principalmente durante el weaning. Este modo busca asegurar un volumen minuto durante la ventilación del paciente. El operador programa un volumen minuto, el cual si no es logrado por la ventilación espontánea del paciente, el VM entrega el volumen restante. Si el volumen Minuto espontáneo sobrepasa el programado, el VM no genera ventilaciones mandatorias. Este modo ventilatorio requiere un feedback continuo entre el VM y el paciente. ⁽¹⁶⁾

Esta modalidad no está disponible en muchos ventiladores y su eficacia durante el proceso de weaning aún no es muy clara. ⁽²⁾

VENTILACION CON BINIVEL DE PRESION (Bilevel):

Modalidad ventilatoria limitada por presión y ciclada por tiempo, donde las respiraciones espontáneas están asociadas a dos niveles de presión. ^(1,2) Es similar a tener dos niveles de CPAP o PEEP. (CPAP/PEEP alto y bajo). En este modo existen dos niveles de CPAP pre-fijados que son aplicados por períodos de tiempo programados por el operador. Tanto en el período de alta y baja CPAP se permite la respiración espontánea del paciente. Si el paciente no respira en forma espontánea, esta modalidad es similar a una modalidad controlada por presión. (Fig.8) ⁽⁵⁾

La Principal de la ventilación con Binivel de Presión radica en que ésta puede integrar respiraciones espontáneas del paciente, tanto en la fase espiratoria (CPAP/PEEP bajo) como en la inspiratoria (CPAP/PEEP alto).

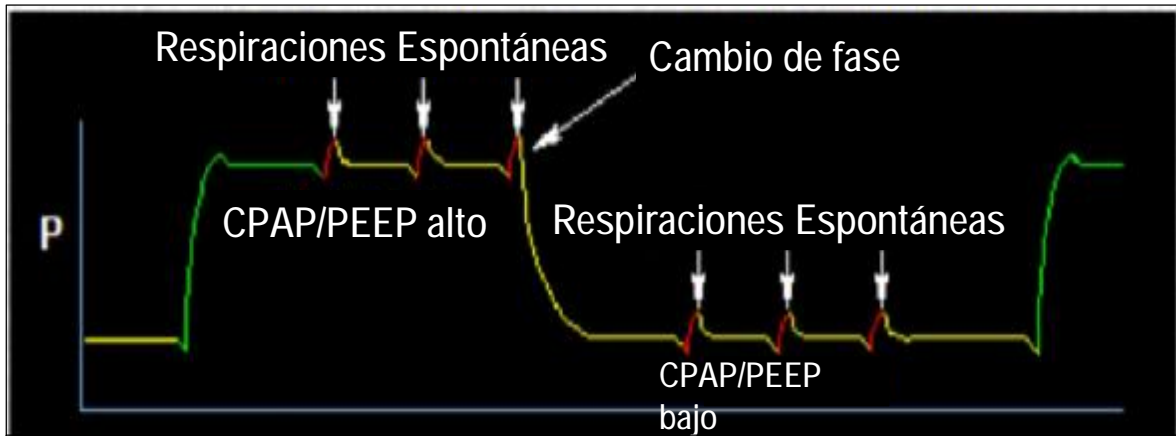


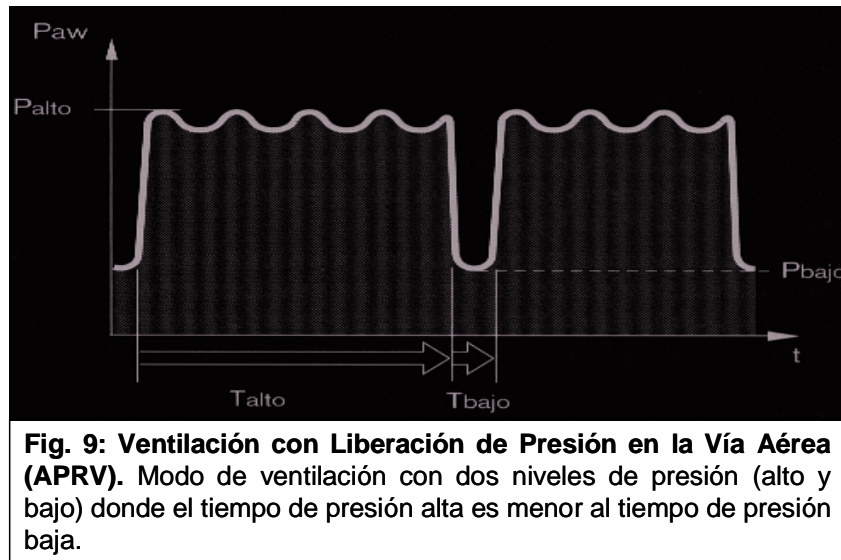
Fig. 8 Ventilación con Binivel de Presión: Este modo se caracteriza por tener dos niveles de presión (similar a dos niveles de CPAP o PEEP) en los cuales el paciente puede respirar espontáneamente en ambas fases.

En esta modalidad el operador debe programar los niveles de Presión (alto y bajo) y los tiempos a utilizar en ambos niveles de presión. Como la ventilación a Binivel permite respiraciones espontáneas, en algunos ventiladores también se puede aplicar PS asociada a este modo. ⁽⁵⁾

Este modo ventilatorio es conocido en nuestro país según la marca de los fabricantes: BiPAP (Respironics), Bilevel (Puritan-Bennett), BIPAP (Dräger).

Una variación de esta modalidad es la **Ventilación con Liberación de Presión en la Vía Aérea (Airways Pressure Release Ventilation: APRV)**, la cual se caracteriza por ser una presión alta mantenida en la vía aérea donde el paciente respira en forma espontánea. La presión de la vía aérea es liberada a un nivel de presión más baja en forma transitoria, después de la cual rápidamente recupera su nivel de presión alto para re-insuflar los pulmones. Esta modalidad es similar a una modo de Binivel de presión con relación inspiración/espiración (I:E) inversa, es decir, el tiempo inspiratorio es mayor que el espiratorio (Fig.9) También ha sido definida como una Presión Continua en la Vía Aérea (CPAP alto) con períodos breves y regulares donde se libera la presión de la vía aérea (CPAP bajo). ⁽¹⁷⁾

En general, la mayor característica del modo APRV es que permite una ventilación similar a la controlada por presión, donde el paciente además puede respirar espontáneamente en todo momento, lo cual facilita la adaptación del paciente, la menor necesidad de sedación y parálisis neuromuscular, la necesidad de menor presión de vía aérea (por lo tanto menor riesgo de injuria pulmonar ⁽¹⁸⁾ y favorece el reclutamiento alveolar y la mejoría de la relación V/Q ⁽¹⁹⁾, dado que la presencia de respiración espontánea con activación diafragmática distribuye de manera distinta la ventilación (con respecto a los modos controlados o asistidos) llevando el gas inspirado preferentemente hacia las zonas dependientes, las cuales además están mejor profundadas. ^(20,21)



RESUMEN:

Los avances tecnológicos han entregado nuevas herramientas para el manejo ventilatorio del paciente crítico con insuficiencia respiratoria. A pesar de la gran propaganda que las empresas han realizado en relación a las nuevas modalidades ventilatorias, no existe evidencia clara que éstas sean mejores que los modos tradicionales.

Nuevamente, el aspecto más importante sigue siendo el conocimiento y la experiencia que el operador clínico tenga de estas modalidades, ya sean las nuevas o las tradicionales. Por último, no podemos olvidar que el éxito que tenga la ventilación mecánica también depende de la dedicación y el tiempo que el operador clínico use para evaluar al paciente y su interacción con estos equipos de soporte ventilatorio.

BIBLIOGRAFIA

1. Hess D., Kacmarek R. Capítulo: "New Modes in Mechanical Ventilation". En "Essentials in Mechanical Ventilation" Segunda edición. Editorial Mc Graw Hill. New York, 2002.
2. Branson RD., Johannigman JA "What Is the Evidence Base for the Newer Ventilation Modes? Respir Care 2004;49(7):742-760.
3. Chatburn RL "Classification of Ventilator Modes: Update and Proposal for Implementation" Respir Care 2007;52(3):301-323.
4. AARC Clinical Practice Guideline "Neonatal Time-Triggered, Pressure-Limited, Time-Cycled Mechanical Ventilation" Respir Care 1994; 39(8):808-816

5. Chappero G., Villarejo F. Capítulo: "Modos Ventilatorios". En "Ventilación Mecánica. Libro de la Comisión de Neumonología Crítica de la SATI". Primera Edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires. 2004
6. Campbell R., Davis B. "Pressure-Controlled versus Volume-Controlled Ventilation: Does it Matter? *Respir Care* (2002) 47(4): 416-426
7. Branson RD., Johannigman "The Role of Ventilator Graphics When Setting Dual-Control Modes" *Respir Care* 2005;50(2):187–201.
8. Hess D. "Ventilator Waveforms and the Physiology of Pressure Support Ventilation" *Respir Care* 2005;50(2):166 –183
9. Steven McPherson, Capítulo: "Introduction to Ventilators", en "Respiratory Care Equipment" (5ª Edición). Editorial Mosby. Missouri,1999
10. Cohen JD, Shapiro M, Grozovski E, Singer P. Automatic tube compensation-assisted respiratory rate to tidal volume ratio improves the prediction of weaning outcome. *Chest* 2002;122(3):980–984.
11. Ambrosino N., Rosi. "Proportional assist ventilation (PAV): a significant advance or a futile struggle between logic and practice?" *Thorax* 2002;57:272–276
12. Gay PC, Hess DR, Hill NS. "Noninvasive Proportional Assist Ventilation for Acute Respiratory Insufficiency: Comparison with Pressure Support Ventilation" *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 1606–1611
13. Grasso S., Puntillo F., Mascia L., Ancona G., Fiore T., Bruno F., Slutsky AS, Ranieri M. "Compensation for Increase in Respiratory Workload during Mechanical Ventilation: Pressure-Support versus Proportional-Assist Ventilation" *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:819–826.
14. Wrigge H, Golisch W, Zinserling J, Sydow M, Almeling G, Burchardi H. "Proportional assist versus pressure support ventilation: effects on breathing pattern and respiratory work of patients with chronic obstructive pulmonary disease". *Intensive Care Med* 1999; 25(8):790–798.
15. Mols G, von Ungern-Sternberg B, Rohr E, Haberthur C, Geiger K, Guttman J. "Respiratory comfort and breathing pattern during volume proportional assist ventilation and pressure support ventilation: a study on volunteers with artificially reduced compliance". *Crit Care Med* 2000;28(6):1940–1946.
16. Hewlett AM., Platt AS, Terry VG, "Mandatory Minute Volume" *Anesthesia* 1977; 32: 163 – 169.
17. Burchardi H. "New strategies in mechanical ventilation for acute lung injury". *Eur Respir J.* 1996;9:1063–1072.
18. Dreyfuss D, Saumon G. "Ventilator-induced Lung Injury Lessons from Experimental Studies" *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 294–323.
19. Wrigge H, Zinserling J, Neumann P, Defosse J, Magnusson A, Putensen C, Hedenstierna G: "Spontaneous breathing improves lung aeration in oleic acid-induced lung injury". *Anesthesiology* 2003, 99:376-384.
20. Putensen C, Mutz NJ, Putensen-Himmer G, Zinserling J. "Spontaneous Breathing During Ventilatory Support Improves Ventilation–Perfusion Distributions in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome" *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:1241–1248.
21. Putensen C., Wrigge H. "Clinical Review: Biphasec Positive Airway Pressure And Airway Pressure Release Ventilation" *Crit Care* 2004, 8:492-497
22. Henzler D, Dembinski R, Bensberg R, Hochhausen N, Rossaint R,
23. Kuhlén R: "Ventilation with biphasic positive airway pressure in experimental lung injury: influence of transpulmonary pressure on gas exchange and haemodynamics. *Intensive Care Med* 2004, 30:935-943.
24. MacIntyre N. Capítulo: "Modes of Ventilator Operation" En "Mechanical Ventilation". Editorial Saunders. Philadelphia, 2001
25. Nilsestuen JO., Hargett KD. "Using Ventilator Graphics to Identify Patient-Ventilator Asynchrony" *Respir Care* 2005;50(2):202–232

Klgo. Daniel Arellano