

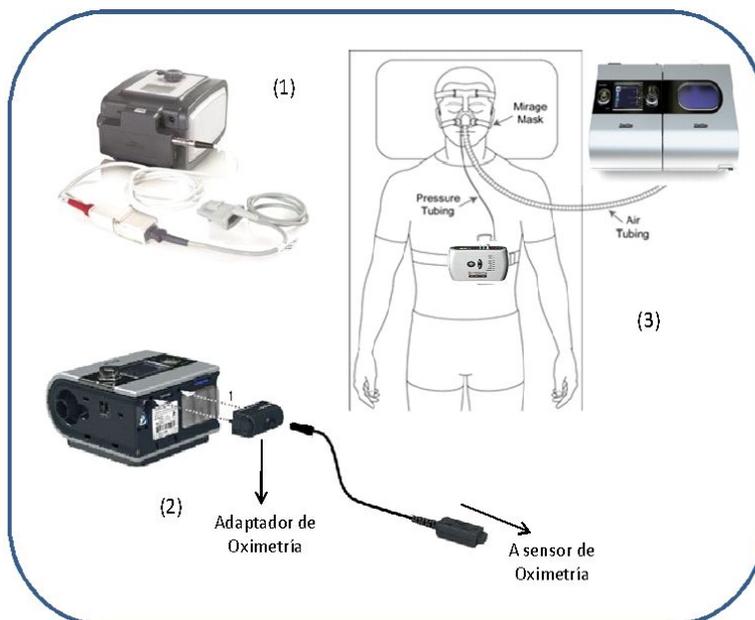
## Programas de Atención / Adaptación y puesta en marcha de la ventilación mecánica

### Definición de tipo de ventiladores

Los ventiladores son diferentes dependiendo los diferentes países del mundo, sin embargo es posible poder clasificarlos, de acuerdo a las características que presentan, en tres niveles:

- Nivel 1 (ISO 10651-6) para ventilación inferior a 8hr, son ventiladores sencillos, silenciosos, sin necesidad de tener batería interna. En este grupo se pueden incluir a pacientes que reciben ventilación nocturna, es el caso de los pacientes con SHO, EPOC, Cifoscoliosis y enfermedades neuromusculares en fases iniciales.

A-40 (Phillips Respironics), BPAP ST, BIPAP AVAPS, PR System one Bipap ST (Respironics), VS serena, VPAP III, IV ST (Resmed), S9 VPAP ST (Resmed), Isleep 22-25-20i (Breas), Vivo 30 (Breas), Breas PV 101 – 102, Monnal T30 (Air liquid Medical Systems), Somnovent AutoST (Weinmann), Bilevel ST (Devibiss), 425 ST (Sefam), Dreamstar Duo ST (Sefam).



- Nivel 2 (ISO 10651-6) (10): para ventilación entre 8 y 16hr, son ventiladores algo más seguros, a ser posible que permitan tener dos tipos de configuraciones (diurna y nocturna), pero sobre todo que tengan batería interna. En su mayoría serán pacientes que tienen un

nivel alto de necesidad de VNI pero que no son dependientes del ventilador, entre ellos los pacientes SLA, enfermedades neuromusculares (en fases avanzadas).

Stellar 100, 150 (Resmed), Vivo 40 (Breas), A40 (Phillips Respironics), Monal T 40 (Air liquid Medical systems), Smartair Plus (Covidien), Synchrony 2 (Phillips Respironics), PR 1 Bipap AVAPS, BIPAP A30, A40 (Phillips Respironics), VPAP III ST A (Resmed), Héliá S (Resmed), Ventilologic Plus (Weinmann), Ventimotion (Weinmann).

- Nivel 3 (ISO 10651-2): para ventilación superior a 16h, son ventiladores con las características anteriores pero además tienen una batería interna de mayor duración, puede usarse en modo volumétrico, y amplia gama de alarmas. En algunos países es obligatorio que el paciente tenga un segundo ventilador con circuito e interfase listo a usar en caso de urgencia.

Trilogy 100 (Phillips Respironics) Elisée 150 (Resmed), Héliá 1 et 2 (Resmed), VSUltra, Integra (Resmed), VS III (Resmed), Eole 3XLS (Resmed), Legendair (Covidien), Puritan Bennett 520, 560 (Covidien), Ventilologic LS (Weinmann), Monal T 50 (Air liquid Medical systems), iVent 101 (Breas), Vivo 50 (Breas).



## Definición de los modos de ventilación principales

### a. Modo en base a volumen

En este modo, el ventilador ofrece un volumen fijo durante un determinado tiempo prefijado, generando la presión que sea necesaria para alcanzar dicho volumen, sin tener en cuenta la

contribución del paciente en la ventilación. Así, la presión en las vías aéreas no es constante y es el resultado de la interacción entre los parámetros del ventilador, compliance (C), resistencia del sistema respiratorio (R) y el esfuerzo inspiratorio espontáneo. Este modo puede ser denominado volumétrico o flujométrico.

Este modo puede ser representado por una máquina de salchichas, que produce salchichas de un determinado volumen corriente (VT) con una frecuencia determinada (Fr) de manera constante, la máquina no tiene en consideración si el consumidor de estas salchichas aumenta o disminuye su apetito, siempre mantiene un ritmo constante.

La ventaja de este modo es que ofrece al paciente de manera estricta el volumen predeterminado, en ausencia de fugas, sin importar la C ni la R. En contraposición, si el paciente cambia sus requerimientos, este modo no cambia su ofrecimiento de volumen, es decir si el paciente realiza mayor esfuerzo inspiratorio, este modo no ofrecerá mayor volumen, de allí el discomfort del paciente, otra desventaja importante es que su incapacidad para compensar las fugas. El uso de este modo está decreciendo en comparación con el modo controlado por presión, dada la comodidad para el paciente y la compensación de fugas que este modo ofrece. Para este modo es necesario ajustar como mínimo el VT y el tiempo inspiratorio (Ti).

## b. Modo en base a presión

En este modo, el ventilador ofrece un flujo de aire al generar una presión positiva predefinida en un determinado tiempo. El flujo es variable, depende de la interacción entre la presión establecida, el esfuerzo espiratorio del paciente, las características del sistema respiratorio y el tiempo inspiratorio. Las variaciones de flujos son determinadas por el análisis constante de la velocidad de flujo y de la presión en la vía aérea, así los esfuerzos del paciente serán compensados ciclo a ciclo ofreciendo mayor confort al paciente respecto al modo controlado por volumen otra ventaja es su capacidad para compensar las fugas. Sin embargo, una desventaja teórica es que el volumen no está garantizado.

### ➤ Comparación entre modo a presión y a volumen

El modo en base a presión es actualmente el más usado en Europa, con el paso de los años se ha ido cambiando de la ventilación en su mayoría volumétrica hacia la extensión del uso de ventilación por presión debido a su gran desarrollo. En cuanto a las diferencias de efectividad entre ambos modos se han realizado estudios a corto plazo y a largo plazo sin encontrar diferencias. Se ha concluido recientemente de manera casi definitiva, en un estudio comparativo de ambos modos en los pacientes con ELA, en el que se demuestra que no existen diferencias en cuanto a supervivencia entre ambos modos.

En cuanto a las curvas que nos ofrecen los ventiladores, en el modo en base a presión, la curva de presión será de forma cuadrada y será similar durante cada ciclo, si el ventilador tiene una correcta presurización, sin embargo la curva de volumen puede variar en cada ciclo, dependiendo del esfuerzo del paciente y las fugas. Por otro lado en el modo en base a volumen, la curva de volumen tendrá una forma cuadrada, y la curva de presión no será constante ya que depende de la interacción del ventilador con el paciente.

### c. Modos híbridos

Esta modalidad combina en teoría características de ventilación por presión y por volumen, de manera que el ventilador realiza una estimación de la presión necesaria para garantizar un volumen fijado. Algunos ventiladores ajustan el volumen dentro de cada ciclo respiratorio. Así, ciclo se inicia como con una presión limitada y si no se alcanza el volumen corriente establecido, se pasa a modalidad de flujo prolongando el tiempo inspiratorio, pero muchos ventiladores ajustan la presión durante varios ciclos para obtener el volumen prefijado difícil a controlar. Este modo ha sido estudiado en pacientes con síndrome hipoventilación obesidad, hay estudios a favor de uso y otros donde no se demuestra diferencias. Sin embargo, aún no está claro que este modo ventilatorio mejora la eficacia de la ventilación y la conclusión actual es que es un “*gadget*” difícil a controlar.

## Definición de modos de control del ciclo

Este término se refiere a quien comanda la respiración, y se ajusta dependiendo de la situación del paciente, así si el paciente está despierto, alerta y colaborador y puede iniciar la inspiración y espiración, se le puede proponer “libertad total” (Modo espontáneo) o “libertad condicional” (Modo espontáneo y controlado), si por el contrario se trata de un paciente sedado o sin control autónomo, será el ventilador que controla los ciclos respiratorios (Modo Controlado). A continuación se detallan las diferentes modalidades de ciclado.

### a. Modo Espontáneo (S) o asistido (A)

En este modo, el paciente controla el inicio y el fin de la inspiración, “disparando” el ventilador, para iniciar la inspiración, el ventilador ofrece la presión inspiratoria predeterminada, manteniéndose durante el tiempo en el que el paciente produzca un flujo inspiratorio mínimo preestablecido, y finaliza cuando exista una caída de determinada de flujo (ciclado). Este modo no puede existir en volumen, porque en este caso, como se ha mencionado antes, es necesario tener un tiempo inspiratorio predeterminado. Lamentablemente también existen diferentes denominaciones según el fabricante: PS (Presión de soporte), AI (Ayuda inspiratoria), PSV (Pressure support Ventilation), S (Espontáneo) y PA (Presión asistida)

### b. Modo asistido/controlado (A/C)

Funciona como un modo asistido pero se controla el tiempo inspiratorio. Con este fin existen dos maneras de hacerlo:

- Se puede dejar una ventana de tiempo inspiratorio entre un  $T_i$  mínimo ( $T_i$  min) y un  $T_i$  máximo ( $T_i$  max) de manera que el paciente tiene una libertad como en modo asistido pero está delimitada en un rango ( $T_i$  min- $T_i$  max). Algunos fabricantes denominan este modo S/T (spontaneous/timed), pero para otros fabricantes el modo S/T puede ser un modo combinado (ver más abajo).

- Más clásicamente, se puede fijar un  $T_i$ , de manera que es el enfermo el que dispara el ciclo, pero el  $T_i$  será impuesto por el ventilador.

Al igual que en el modo anterior, existen diferentes denominaciones según los fabricantes. En

presión: PAC, P (A) CV, *Assisted controlled pressure ventilation*, PCV (A) pressure Control. En volumen se llaman según los fabricantes: Ventilation (assited), VAC, V (A) CV, *Assisted controlled Volumen ventilation*, VCA, VCV (A) *Volumen Control ventilation* (assisted)

### c. Modo totalmente Controlado (C) or *Timed (T)*”

Es también conocido como modo basado en Tiempo (modo T), el ventilador controla e impone el inicio y el fin de la inspiración y por lo tanto le Fr y el Ti, como consecuencia, inhibe o reemplaza el centro respiratorio del paciente, quien sigue los parámetros impuestos por el ventilador. Con este modo, es el ventilador que realiza el trabajo respiratorio

Según los fabricantes se denomina en presión: PC (presión control), P (Presión), T (*Timed*); en volumen: VC (Volumen control), C (control).

### d. Modos combinados

Es básicamente un modo de ventilación por presión que combina un modo asistido y un modo controlado de seguridad. El ciclado está limitado por el flujo, cuando es el paciente el que dispara el ventilador, sin embargo cuando la FR desciende por debajo de la FR de respaldo o cuando el tiempo inspiratorio excede el máximo predeterminado, el ventilador cambia a modo controlado. Todas las combinaciones son posibles según los fabricantes, las más clásicas son en presión modo asistido y controlado. Según los fabricantes existen diferentes nominaciones: en presión PA/PC (Presión de asistida/Presión controlada), o S/T (Espontáneo/Timed), o AI/FR (Ayuda inspiratoria/FR de respaldo) y en volumen, VAC/VC (Volumen asistido/Volumen controlado). Existen también combinaciones de presión en asistido y de volumen en controlado AI/VC (Ayuda inspiratoria/Volumen controlado).

## AJUSTE Y PARAMETRIZACION DE LOS MODOS DE VENTILACION MECANICA

Modo	Características	Ajustar	PI ó	Trig	Trig	Fr	Ti
			VC	ins	esp		
S AI PS	-Disparo: paciente	Presión	✓	✓	✓	X	X
	-Ciclado: paciente						
Ti min max	-Variable ajustada: Presión	Volumen	X	X	X	X	X
			IMPOSIBLE*				
AC	-Disparo: paciente	Presión	✓	✓	✓	X	Min/ max
	-Ciclado: paciente o Ti max					**	
VC C T PC	-Variable ajustada: Presión	Volumen	X	X	X	X	X
			IMPOSIBLE*				
VC C T PC	-Disparo: ventilador	Presión	✓	✓	X	**	✓
	-Ciclado: Ti						
VC C T PC	-Variable ajustada: presión o volumen	Volumen	✓	✓	X	**	✓

Tabla 3

## Ajustes prácticos del ventilador paso a paso

### ETAPA 1: Cómo elegir el ventilador

En la elección del tipo de ventilador a usar existen varios factores a tener en cuenta como la enfermedad del paciente, características fisiopatológicas, necesidad de ventilación del paciente, confort, etcétera. De acuerdo a la necesidad de ventilación del paciente, se elegirá según los niveles antes mencionados. En general, hoy en día, todos los respiradores son eficaces si el personal sanitario, médicos y enfermeras, están bien entrenados y los conocen adecuadamente.

### ETAPA 2: Cómo ajustar los parámetros

#### a. Ajustes de base

- **Paso1: Elección de modo de presurización: volumen o presión**

Aquí deberemos elegir entre ventilación por volumen:

No hay diferencia entre los modos (ver antes), sin embargo podemos recomendar un modo en volumen en pacientes traqueostomizados porque en caso de obstrucción de la vía aérea (por tapón de moco por ejemplo), el ventilador elevará la presión para solventar el obstáculo a fin de ofrecer

en volumen al paciente. Por otro lado podremos elegir ventilación por presión en la mayoría de los pacientes en VNI, porque ayuda a compensar las fugas.

- **Paso 2: Ajuste del volumen insuflado**

En modo en base a volumen: es fácil porque se ajusta el VT directamente: alrededor de 8-10ml/kg del peso ideal.

En modo en base a presión: ajustar PI habitualmente entre 10 -15 cmH<sub>2</sub>O, con el objetivo de obtener un VT de 8-10ml/kg de peso ideal, teniendo en cuenta que es un volumen estimado por el ventilador. En un estudio realizado en pacientes EPOC estable, se demostró que realizando una ventilación de alta intensidad, a PI media alrededor de 28, se mejora la hipercapnia, la función pulmonar y además se asocia a una disminución en las exacerbaciones.

Hasta aquí el paciente tiene completa libertad y podríamos dejar los ajustes, sin embargo existen otros ajustes que nos permiten acercarnos más a las necesidades del paciente con el fin de lograr una ventilación efectiva en caso de fallo.

- **Paso 3: Ajustes del control de ciclo**

Como ya se ha revisado existen diferentes tipos de control del ciclo desde la libertad total hasta el control total, en esta sección señalaremos los parámetros a ajustar de acuerdo a cada modo elegido:

En un Modo espontáneo se ajustara: PI, sensibilidad del trigger inspiratorio y espiratorio

En un Modo asistido/controlado se ajustara: PI o el VT, sensibilidad del trigger inspiratorio, TI (y en algunos fabricantes es obligatorio una FR mínima, pero en teoría no es necesario en este modo). En un Modo Controlado (C) se ajustara: PI o VT, un TI fijo y una FR fija.

A continuación se detallan la manera de ajustar cada parámetro:

- Frecuencia respiratoria: Se programará una FR ligeramente inferior a la respiración espontánea (salvo si el paciente se encuentra en un estado de descompensación), habitualmente entre 12-20, siempre ajustando a la tolerancia, respuesta del paciente y la patología del paciente, por ejemplo en la obesidad hay algunos autores que recomiendan usar frecuencias altas (27), con esto nos acercamos a un modo controlado y según algunos autores esto disminuye las asincronías, en contraposición, en la EPOC se prefiere usar FR bajas.
- Relación I/E: Habitualmente se programa una relación entre 1:2 o 1:3, se debe asegurar que la relación no exceda 1:1. En algunos ventiladores no es posible ajustar este parámetro y se deberá ajustar el TI y la FR para lograr el I/E deseado. A modo de ejemplo si tenemos una frecuencia respiratoria de 12 rpm, cada ciclo durará 5s (60min/12rpm), si programamos una I:E 1:1 entonces el Ti será de 2,5s, si es una I:E de 1:2 el Ti será 1,7s y para I:E de 1:3 el ti será 1,3 (Tabla 3). Se elegirá un relación I:E de 1:1 ó 1:2 en los pacientes con necesidades que necesitan un tiempo mayor para la inspiración como es el caso de los pacientes con una disminución en la compliance a causa de patología restrictiva, por el contrario se preferirá una relación cercana a 1:3 en los casos en que necesitamos favorecer la espiración, como es el caso de las patologías obstructivas.

- Tiempo inspiratorio mínimo y máximo: La única regla que se tiene que respetar es el  $Ti_{min}$  tiene que ser siempre superior al tiempo de presurización, en general se regula entre 0.8-2s. En los pacientes que ciclan demasiado pronto, como por ejemplo los pacientes bulbares, se puede aumentar el  $Ti_{min}$  a 1,0s.
- Trigger inspiratorio. El nivel de sensibilidad debe ajustarse en cada paciente de forma individualizada, en los pacientes EPOC se elegirá un trigger sensible, para disminuir el esfuerzo del paciente, pero un trigger excesivamente sensible producirá autotrigger, es decir, el ventilador se activa de manera repetida sin que el paciente realice ningún esfuerzo. Por el contrario, el trigger menos sensible, es aquel que hace al ventilador prácticamente insensible al esfuerzo inspiratorio del paciente, provocando un aumento del trabajo respiratorio. Nuevamente mencionar que la nomenclatura dependerá de cada fabricante.
- Trigger espiratorio - ciclado: regularmente se tendría que expresar en porcentaje de caída de flujo pico, aunque algunos ventiladores usan como valor el porcentaje de flujo que aún queda por caer. Ajustaremos un trigger poco sensible o duro para aumentar la duración del ciclo, por ejemplo en los pacientes con cifoescoliosis dada la rigidez del tórax otorgaremos más tiempo para la inspiración, por el contrario elegiremos un ciclado espiratorio sensible, precoz o fácil: en los pacientes con EPOC para acortar el ciclo. La nomenclatura dependerá de cada fabricante aunque se tendría que expresar simplemente en % de caída.

#### ● Paso 4: Ajustes secundarios

- EPAP: se ajusta generalmente entre 4 – 10cmH<sub>2</sub>O, se tiende a usar presiones altas en situaciones de obstrucción de vía aérea superior como es el caso del Síndrome de apneas del sueño (SAS) y autoPEEP. En los pacientes con Ventilación a volumen se puede agregar una EPAP para facilitar la fonación del paciente y en pacientes EPOC para vencer la autoPEEP, ya explicado previamente.
- Tiempo de presurización: El ajuste depende de la patología del paciente, cuanto mayor sea la demanda de flujo por parte del paciente, más rápida será la necesidad de presurizar su vía aérea. Así en los pacientes con patología obstructiva se prefiere un ascenso rápido (0,05-0,1s) para prolongar el tiempo espiratorio, y en los pacientes con patología restrictiva es mejor un ascenso lento (0,3-0,4s) para no producir un efecto rebote sobre un tórax rígido y eventualmente un ciclado precoz.

## COMPARACION ENTRE LOS MODOS DE VENTILACION POR VOLUMEN Y PRESION

	<b>Modo por Volumen</b>	<b>Modo por Presión</b>
<b>Curvas de presión</b>		
<b>Curvas de volumen</b>		
<b>Variable controlada</b>	<b>Flujo</b>	<b>Presión</b>
<b>Ventajas</b>	-Volumen garantizado (Siempre que no haya fugas) - <i>Air stacking</i> *	-Ajuste del volumen igual en cada respiración - Comodidad del paciente -Compensación de fugas - Limite de presión=menos distension gástrica
<b>Desventajas</b>	-No compensa fugas -no se adapta a la demanda del enfermo	-Volumen no garantizado
<b>Recomendaciones</b>	-VNI con fallo del modo de presión - <i>Air stacking</i> * -Ventilación invasiva	-VNI