

Clínica Quirúrgica

Tema 1.18. Ventilación mecánica



Fernando Luis Hernández de la Fuente
José Manuel Rabanal Llevot

Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



VENTILACIÓN MECÁNICA

PRINCIPIOS GENERALES

Se define VM , como cualquier método de respiración que emplee un aparato mecánico (respirador) para satisfacer parcialmente o por completo los requerimientos de flujo de aire de un paciente. No es un tratamiento definitivo ni permanente sino un soporte transitorio.

Para entender como trabaja un respirador hay que tener en cuenta sus 4 características básicas:

1. Energía Eléctrica: Utiliza corriente alterna de la red eléctrica.
2. Energía Neumática: Utiliza gas comprimido con el que reducen la presión de entrada mediante válvulas internas. La mayoría de los respiradores neumáticos necesitan energía eléctrica para el sistema de control.
3. Sistemas y Variables de Control: mediante Presión (P), Volumen (V) y Flujo (F). Y la relación que hay entre ellas. Elastancia P/V; Resistencia: P/F y distensibilidad: V/P. El respirador solo puede controlar una de estas variables en el tiempo para generar la inspiración: es la llamada *variable independiente*; las otras dos serán las variables dependientes. El V y F son inversas del tiempo.

Existen además:

- A) *Variables de Fase*: (Trigger de tiempo y Trigger del Paciente).
 - B) *Variables de Límite*: son aquellas que pueden alcanzar y mantener un nivel prefijado antes de que finalice la inspiración.
 - C) *Variables de Ciclado*: la inspiración termina cuando alguna variable alcanza un límite (Por P, Por V, por F, por Tiempo y por paciente).
 - D) *Variable de Referencia*: es la variable controlada en la espiración. Si se fija un nivel superior se denomina PEEP (Presión positiva al final de la espiración).
4. Circuito de Control: sistemas de componentes del respirador para medir y manipular las variables anteriores

MODOS DE VENTILACIÓN

Es la forma en cómo se programa un respirador para funcionar. Se clasifican en función del patrón respiratorio, tipo de control y estrategia de control efectiva.

1. Patrón respiratorio: El respirador controla una variable en el tiempo, o por presión, o por volumen el cual implica controlar el flujo y viceversa, con lo cual hay dos modalidades: Por P o por V.

La clasificación requiere la definición de los 2 tipos básicos de respiraciones:

a. Espontanea: en la cual el paciente controla el trigger y el ciclado de su respiración, éstas pueden ser asistidas, es decir cuando todo o parte del flujo es administrado por el respirador.

b. Mandatoria: es la máquina la que controla el trigger y/o ciclado de la respiración, éstas por definición son asistidas.

Con lo cual hay 3 posibles secuencias:

- CMV: Ventilación Mandatoria Continua.
- CSV: Ventilación Espontanea Continua.
- IMV: alterna respiraciones espontaneas y mandatorias.

2. Tipo de Control: las formas de controlar una variable, mediante circuito abierto o cerrado. El más usado es el cerrado.

3. Estrategias de Control: hace referencia a las variables de fase. Actualmente los respiradores son más complejos que en el pasado con características diferenciales y denominaciones distintas.

VENTILACIÓN CONTROLADA POR VOLUMEN (VCC)

El respirador genera el flujo inspiratorio necesario para entregar el volumen predeterminado (volumen corriente VC) en el tiempo inspiratorio ajustado. Este VC es constante e independiente de la distensibilidad del sistema respiratorio y de la resistencia al flujo.

El flujo inspiratorio es constante, y actualmente se puede seleccionar entre distintas morfologías de flujo, habitualmente la morfología es cuadrada. La Presión en Vía aérea (Pao) es variable y depende de las resistencias pulmonares. La presión alveolar (Palv) también es variable y depende del VC y de la distensibilidad del sistema respiratorio.

Este tipo de ventilación está indicado en pacientes con parálisis de los músculos respiratorios, enfermedades neuromusculares y con el uso de relajantes musculares. Supone la gran ventaja de no cargar de trabajo al paciente, ya que delimitamos perfectamente todos los parámetros ventilatorios. Como desventaja señalar que cuando el paciente intenta respirar espontáneamente, se produce una mala adaptación, ya que no desencadena ningún ciclo mecánico ni puede modificar el VC. Así tampoco responde a las demandas ventilatorias (fiebre...). Es potencialmente más proclive a producir barotrauma (en este caso también denominado volotrauma). Y con tiempos prolongados conduce a atrofia de músculos respiratorios.

VENTILACIÓN ASISTIDA CONTROLADA (ACV)

Permite al paciente disparar la inspiración de un VC determinado, a su propio ritmo y con una frecuencia mínima garantizada. El VC es prefijado por nosotros, pero la FR es determinada por el paciente si su frecuencia espontanea es mayor que la frecuencia ajustada mínima. Así el paciente controla el volumen minuto.

Tiene todas las ventajas de VCV, aunque también son frecuentes las desadaptaciones, visibles en la onda de presión como melladuras durante la inspiración. Además ante una FR elevada, se acorta el tiempo espiratorio con lo que por un lado aumenta la Presión media y por otro produce atrapamiento dinámico de gas y PEEP intrínseca. Todo ello se reflejará en efectos hemodinámicos adversos.

VENTILACIÓN CONTROLADA POR VOLUMEN REGULADA POR PRESIÓN

Dependiendo del respirador se llama autoflow, PRVC o VC+.

Con este modo se ajusta la FR, el tiempo y VC como en VCV, pero el respirador aplica automáticamente la presión adecuada (de morfología constante como en VCP). Por ello el flujo resultante es decreciente. Se consiguen menores presiones inspiratorias, así como mejoría de la distensibilidad respiratoria y del intercambio gaseoso.

VENTILACIÓN CONTROLADA POR PRESIÓN (VCP)

En este caso el parámetro que se ajusta es la presión aplicada a la vía aérea durante la inspiración. La onda de flujo es decreciente. La presión alveolar aumenta constantemente durante toda la insuflación, alcanzando un máximo al final de ésta. Se pueden equiparar la presión alveolar y la presión en vía aérea, si el tiempo inspiratorio es suficientemente prolongado. El VC no es constante y depende de la distensibilidad del sistema respiratorio y de la resistencia al flujo respiratorio.

Como ventajas el limitar la presión evita o disminuye el barotrauma. El flujo decreciente mejora teóricamente la distribución del gas inspirado. También se ha postulado que mejora la oxigenación en la ventilación unipulmonar en Cirugía de tórax.

Al no entregar un VC constante, los VC bajos pueden producir hipercapnia con acidosis respiratoria, hipertensión pulmonar, desreclutamiento alveolar progresivo, así como edema pulmonar por hiperflujo sanguíneo.

COMPLICACIONES Y EFECTOS ADVERSOS DE LA VM

La mayoría secundarias al aumento de la presión intratorácica:

1. En el Pulmón: la ventilación con presión positiva, ventilará preferentemente las zonas no dependientes, este fenómeno se acentuara más en el SDRA. Además cuando la presión positiva aumenta por encima de 30 cm de H₂O, la compresión de los capilares en estas zonas preferentemente ventiladas reduce el flujo sanguíneo y altera las relaciones ventilación/perfusión.
2. En el Corazón: el aumento de la presión intratorácica, aumenta la presión en aurícula derecha con lo que impide el retorno venoso, esto disminuye la precarga del VD, lo que disminuye el VTDVI lo que disminuiría el GC.
3. En los riñones: se estimula el sistema renina-angiotensina produciendo aldosterona que favorece la reabsorción de agua y sodio.
4. En el Hígado: reducción del flujo sanguíneo hepático debido a la reducción del bajo GC. Además el aumento de la presión intratorácica conlleva mayor congestión venosa, con lo cual esto será negativo para el flujo venoso portal.
5. En el SNC: descenso brusco de la presión de perfusión cerebral, por caída de GC y dificultad del retorno venoso yugular

SISTEMAS DE DESCONEXIÓN Y DESTETE

Consiste e la liberación del soporte ventilatorio y extubación del paciente crítico. El éxito se define como la ausencia de VM tras 48 horas de la extubación. Los pacientes que en ese intervalo necesitan VMNI, se denomina “destete en curso”.

Las **Recomendaciones** para evaluar si un paciente está preparado para iniciar maniobras de destete son:

- **Valoración Clínica:**
 - Tos adecuada.
 - Ausencia de secreción bronquial.
 - Resolución de la fase aguda de la enfermedad por la que fue intubado.
- **Mediciones Objetivas:**
 - *Estabilidad Clínica:*
 - Sin soporte vasoactivo o mínimo.
 - Estado Metabólico Estable.
 - *Oxigenación Adecuada:*
 - SpO2 > 90% con FiO2 < o = 0,4 (PAFiO2 > 0 = 150 mmHg).
 - PEEP < o = 8 cmH2o.
 - *Función Pulmonar Adecuada:*
 - FR < 35 RPM.
 - VT > 5 ml/kg.
 - VC > 10 ml/kg.
 - Sin acidosis respiratoria significativa.
 - FR/VT < 105 resp//min.
 - *Estado Mental adecuado:*
 - Sin sedación o paciente neurológico estable.

Una vez cumple las anteriores recomendaciones se puede realizar un **ensayo de respiración espontánea**. Se puede realizar mediante TUBO en T, con presión de soporte (PS) de 7-8 cm, presión positiva continua de la vía aérea (CPAP) o con compensación automática de tubo. LA PS asociada a CPAP (2-3) es la más usada. Cuando se sospecha obstrucción de la VA superior es imperativo hacer el test de fugas.

Los protocolos de destete son útiles para estandarizar el proceso. Disminuyen el tiempo requerido para la extubación, la incidencia de autoextubación y de traqueotomía y los costes de estancia, sin aumento de la incidencia de reintubación.

Las siguientes opciones son útiles, sobre todo para pacientes más difíciles y con tiempos prolongados de VM:

1. **Ventilación con Presión de Soporte (PSV):** asegura una menor duración del destete.
2. **Ventilación no invasiva:** para los pacientes que inicialmente no toleran la prueba inicial de destete, en pacientes que han sido extubados pero desarrollan IRA dentro de las 48 horas, y como uso profiláctico para pacientes extubados con alto riesgo de reintubación.
3. **Gafas de Oxígeno a Alto flujo:** puede ser una alternativa a la anterior.
4. **Presión Positiva Continua en la Vía aérea (CPAP):** no hay evidencia de que sea superior a la PSV.

5. Compensación automática de Tubo: cuando el fracaso de extubación se bene a un tuno estrecho.
6. Ventilación proporcional Asistida: se ha estudiado en pacientes con EPOC.
7. Otras: Ventilación Servo controlada, Ventilación con soporte adaptativo y SmartCare de poco uso en la práctica clínica.

A pesar de todas estas medidas podemos considerar que el destete ha fracasado cuando:

- Falla la prueba de respiración espontanea, traducido por taquipnea, taquicardia, HTA o HipoTA, Hipoxemia, acidosis o arritmias. También cuando el paciente esta agitado, diaforético, y aumento trabajo respiratorio.
- Reintubación y/o reanudación de la VM.
- Muerte dentro de las 48 horas tras la extubación.

El destete prolongado depende sobre todo de la enfermedad subyacente del paciente. Estos pueden requerir traqueotomía y rehabilitación para fortalecer la musculatura respiratoria (expectoración...). De todos ellos, aproximadamente el 25% fallecen en el hospital, el 8% es dado de alta a su domicilio y el 9% es remitido a su domicilio con soporte ventilatorio.

ESCALAS DE SEDACIÓN

Los pacientes críticamente enfermos, especialmente aquellos que reciben ventilación mecánica, a menudo tienen dolor, ansiedad, disnea, y otras formas de distrés. Los principios básicos de atención son proporcionar comodidad, para mejorar la tolerancia del medio ambiente de la UCI, y para proporcionar alivio de la angustia.

Tanto la inadecuada o excesiva sedación puede tener efectos deletéreos sobre el resultado de los pacientes. El dolor o ansiedad no suficientemente tratados puede resultar en respuestas fisiológicas adversas asociadas con morbilidad y puede aumentar los eventos adversos, como la autoextubación. Es importante reconocer que estas condiciones subyacentes, incluido el delirio y recuerdos alucinatorios, así como las intervenciones terapéuticas pueden influir en la probabilidad de efectos adversos psicológicos a largo plazo.

Por el contrario, la sedación excesiva puede causar depresión respiratoria e hipotensión y ha sido asociada a Neumonía Asociada a Ventilación Mecánica. Finalmente la sobresedación tiene consecuencias económicas debido a la prolongación de la duración de la VM y la estancia hospitalaria.

Entre las más utilizadas, por su alta correlación inter-observador (índice de Cohen) y su alta utilidad clínica, destacan la escala de Ramsay (RSS), la escala de agitación-sedación de Richmond (RASS), la escala de agitación-sedación de Riker (SAS) y la escala de Glasgow modificada por Cook y Palma. Aunque la escala de Ramsay es todavía una de las más utilizadas las principales Sociedades Médicas de Cuidados Intensivos recomiendan el uso de la escala de Richmond o Riker. Estas Sociedades recomiendan como objetivo de sedación consciente o cooperativa un RSS de 2 a 3, RASS de 0 a - 2, o SAS de 3 a 4. Todas ellas, aplicadas en el contexto de protocolos de sedación, han demostrado en múltiples estudios una reducción de la morbilidad (sobre todo delirio y disfunción cognitiva a largo plazo), y de la estancia en unidades de críticos y hospitalaria.

ESCALA DE RAMSAY	
1	Ansioso, agitado, incontrolable.
2	Ojos abiertos, colaborador, orientado, tranquilo.
3	Ojos cerrados, responde a órdenes y a mínimos estímulos.
4	Dormido, responde rápido a estímulos luminosos o auditivos.
5	Dormido, responde perezosamente a estímulos luminosos o auditivos, responde a estímulos importantes (aspiración traqueal).
6	No responde a estímulos.

Desarrollada en 1974 es una de las más utilizadas en nuestros días. Herramienta válida para validar nuevos métodos de monitorización objetiva (buena correlación con el BIS entre otros). Su empleo se ha asociado a disminución del tiempo de VM y estancia en UCI. Su mayor desventaja es que tiene pocos niveles de sedación y sólo uno para sedación profunda. Además sólo contempla la agitación en un solo nivel.

ESCALA DE AGITACIÓN-SEDACIÓN DE RICHMOND (RASS)

Descrita en 2002 y desarrollada por médicos, enfermeras y farmacéuticos. Los valores positivos indican agitación y los negativos sedación, siendo la que más ofrece información en cualquiera de estas 2 fases. Posiblemente la más utilizada actualmente en UCI. Los últimos estudios la colocan como la escala más fiable para su empleo, con una elevada correlación con el nivel de sedación y los sistemas de monitorización objetivos (EEG y BIS). Además tiene una buena correlación con la aparición de delirio una vez detectada la presencia o ausencia de atención.

- +4.** Combativo. Ansioso, violento.
- +3.** Muy agitado. Intenta retirarse catéteres, tubo endotraqueal, etc.
- +2.** Agitado. Movimientos frecuentes, lucha con el respirador.
- +1.** Ansioso. Inquieto, pero sin conducta violenta ni movimientos excesivos.

Alerta y tranquilo.

- 1.** Adormilado. Despierta con la voz, mantiene los ojos abiertos más de 10 sg.
- 2.** Sedación ligera. Despierta a la voz, no mantiene los ojos abiertos más de 10 sg.
- 3.** Sedación moderada. Se mueve y abre los ojos a la llamada, no dirige la mirada.
- 4.** Sedación profunda. No responde a la voz, abre los ojos a la estimulación física.
- 5.** Sedación muy profunda. No hay respuesta a la estimulación física.

ESCALA DE AGITACIÓN-SEDACIÓN DE RIKER (SAS)

Descrita en 1994 para evaluar la eficacia del uso del haloperidol, fue la primera validada para el uso en paciente crítico. Su empleo también se ha asociado a disminución de tiempo de VM y estancia en UCI. Estudia el comportamiento del paciente, y partiendo de un grado 4 (paciente en calma y colaborador), estratifica el nivel de conciencia y agitación en tres categorías diferente. Los niveles son:

1. Excesivamente sedado, sin respuesta a estímulos intensos.
2. Muy sedado, despierta ante estímulos físicos, no responde a voz.
3. Sedado, despierta al estímulo auditivo intenso.
4. Tranquilo y colaborador.
5. Agitado, se calma con instrucciones verbales.
6. Muy agitado, muerde el tubo, requiere sujeción mecánica.
7. Agitación peligrosa, peligro de retirada de catéteres, tubos, etc.

ESCALA DE GALSGOW MODIFICADA POR COOK Y PALMA

Proporciona puntuación de la reactividad del paciente bajo VM, de acuerdo a estímulos externos. En los estudios realizados tiene una alta reproducibilidad y la mejor concordancia inter-observador.

1. Apertura de ojos: 4. Espontáneamente; 3. A la llamada verbal; 2. Al estímulo doloroso; 1. Ninguna.
2. Respuesta durante procedimientos de enfermería: 5. Obedece órdenes; 4. Movimientos intencionados; 3. Flexión no intencionada; 2. Extensión no intencionada; 1. Ninguna.
3. Tos: 4. Espontánea fuerte; 3. Espontánea débil; 2. Sólo durante maniobras de aspiración; 1. Ausente.
4. Modo de ventilación: 5. Espontánea no intubado; 4. Espontánea intubado; 3. Intubado con soporte intermitente; 2. Intubado con resistencia a ventilación; 1. Ventilación mecánica sin esfuerzo inspiratorio.

Otras escalas validadas pero menos empleadas en la práctica clínica son la escala de valoración de la actividad motora (MAAS), la escala de confort, y la escala de Vancouver (VICS).