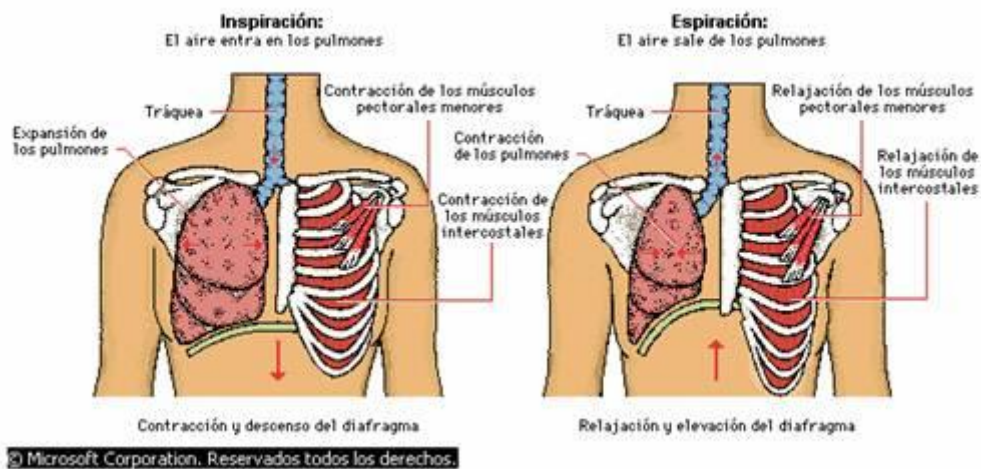


## VENTILACION MECANICA EXTRAHOSPITALARIA

**Dra. Montserrat Figuera Garreta.** Médico de la Asistencia Médica del Servicio Contra Incendios, de Salvamento y Protección Civil. Ayuntamiento de Zaragoza.

Cuando respiramos en condiciones normales, el trabajo de los músculos respiratorios produce un gradiente de presión negativa que permite la entrada de aire atmosférico al interior de los pulmones. Durante la espiración normal la salida de aire es de forma pasiva, ya que el pulmón es un órgano elástico y tiende a recuperar su volumen normal al dejar de ejercer la musculatura inspiratoria su función.



En la respiración artificial ocurre lo contrario en la fase inspiratoria. Se produce una entrada de aire al pulmón con una presión positiva, que suplente la contracción activa de los músculos inspiratorios. La espiración ocurre exactamente igual, de forma pasiva. En la terapia ventilatoria actual, la fuerza que genera la inspiración es una presión positiva.

La ventilación mecánica nos la planteamos ante diferentes situaciones de fracaso respiratorio (PCR, apnea, obstrucción mecánica, bajo nivel de conciencia, dificultad respiratoria severa acompañada de hipoxia,...) con el objetivo de restaurar las funciones respiratorias fundamentales: oxigenar la sangre y eliminar el CO<sub>2</sub>.

Para ello nos valemos de unos instrumentos físicos que son los ventiladores o respiradores. Estos aparatos suministran al paciente de forma cíclica un volumen de aire a presión positiva.

## Tipos de respiradores

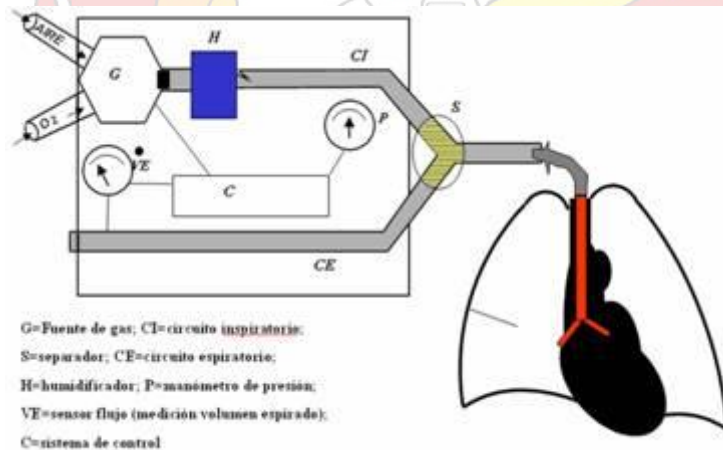
Los respiradores funcionan o activan el ciclado por presión o por volumen (mecanismo de ciclado: el sistema por el que cesa la inspiración y se inicia la fase espiratoria pasiva).

**Ciclados por presión:** Cuando se alcanza una presión prefijada en vías aéreas, se abre la válvula espiratoria y cesa el flujo inspiratorio. Los inconvenientes que presentan este tipo de ventiladores serán que cuando varíen las características mecánicas del paciente (distensibilidad aumentada como en el SDRA y resistencia al flujo, como en el broncoespasmo) cambiará el volumen entregado. (A menor distensibilidad, menor flujo de gas aportado y por lo tanto menor volumen corriente entregado).

Todo ello hizo que aparecieran en el mercado los ventiladores ciclados por volumen.

**Ciclados por volumen:** Con estos aparatos no se finaliza la insuflación hasta que no se ha entregado todo el volumen programado. Como el volumen que se entrega es fijo, si cambian las características mecánicas del paciente (aumento de las resistencias a causa de broncoespasmos, disminución de la distensibilidad del pulmón), se generarán aumentos importantes de la presión intratorácica, con el riesgo de producir barotraumas. Debido a este peligro se añaden elementos para limitar esta presión (alarmas).

### ESQUEMA GENERAL DE UN VENTILADOR:



(G): FUENTE DE GAS. (CI): CIRCUITO INSPIRATORIO. (S): SEPARADOR. (CE): CIRCUITO ESPIRATORIO. (H): HUMIDIFICADOR. (P): MANÓMETRO DE PRESIÓN. (VE): SENSOR DE FLUJO. MIDE EL VOLUMEN ESPIRADO. (C): SISTEMA DE CONTROL.

## Modos ventilatorios

Llamaremos modos ventilatorios a las diferentes formas que tiene un generador de sustituir, total o parcialmente, la función respiratoria de un paciente.

Hoy se utilizan numerosos términos para definir las distintas modalidades de la ventilación mecánica, llegándose a veces a situaciones complejas que intentan diferenciar técnicas similares, o que utilizan siglas distintas para una misma técnica.

**Modos controlados.** Un modo controlado entrega todas las ventilaciones al paciente y es utilizado cuando este no realiza ningún esfuerzo respiratorio y no puede respirar por sí mismo. En los modos controlados el respirador entrega respiraciones mandatorias y no permiten al paciente respirar espontáneamente. El uso de este modo requiere que el paciente se encuentre inconsciente o sedado para detener los intentos de respiración que no estén sincronizados con el ventilador.

**Modos Asistidos Controlados:** La diferencia principal entre los modos asistidos/controlados con los puramente controlados es que cada vez que el paciente realiza un esfuerzo inspiratorio, el ventilador detecta esta situación y le entrega una respiración controlada, si el ventilador no detecta un esfuerzo enviara ventilaciones mandatorias a una frecuencia pre-establecida.

Los **modos únicamente asistidos** son modos de apoyo parcial ya que la frecuencia respiratoria depende únicamente del trabajo que realiza el paciente. Estos modos están diseñados para pacientes que tienen dificultad para respirar, pero que realizan un esfuerzo inspiratorio.

## Características básicas de los ventiladores de transporte

Los ventiladores portátiles se han diseñado para asegurar en cualquier lugar una adecuada ventilación de los pacientes, por lo que su diseño debe de ser sencillo y manejable.

### Operatividad

La mayoría funcionan sólo en ventilación mecánica controlada (VMC), y son excepcionales los que disponen de ventilación mecánica asistida (VMA), ventilación mandatoria intermitente (IMV) o presión positiva continua en la vía aérea (CPAP). Los mandos permiten regular el volumen minuto ( $V_{min}$ ) o el volumen corriente ( $V_c$ ), la frecuencia respiratoria (FR) y la  $F_{iO_2}$ , y en algunos modelos es posible ajustar la relación inspiración/expiración (I:E) y la presión máxima en la vía aérea.

Deben incluir un sistema básico de alarmas, al menos de baja presión y de presión de insuflación excesiva.

### Manejabilidad

El tamaño y el peso son los atributos más importantes de los ventiladores de transporte. Es deseable un peso menor de 5 kg y unas dimensiones que permitan llevarlo fácilmente colgado o en la cama del paciente. Los controles y mandos deben estar en un mismo plano y ser sólidos, para prevenir movimientos inadvertidos.

## Fuente de energía

Se prefiere, por su simplicidad, la energía neumática a la electrónica. Como el  $O_2$  es la fuente de alimentación, el consumo es más alto, y su agotamiento más rápido que en los regulados electrónicamente. Éstos son más precisos y se afectan menos por las fluctuaciones de presión del cilindro del gas, pero tienen el inconveniente de que pueden sufrir fallos de la batería.

La fuente de gas es un cilindro metálico con oxígeno a alta presión. Llevan un manorreductor que marca la presión existente y mide indirectamente la reserva de gas disponible. Las hay de diverso tamaño y peso en relación con su capacidad de carga y autonomía.

## Montaje

El circuito del ventilador y la válvula espiratoria deben ser simples, sencillos de acoplar e imposibles de conectar de forma incorrecta.

## Seguridad

Deben disponer de una válvula de sobrepresión para poder cortar la insuflación cuando la presión pico de vía aérea rebase el límite de presión prefijado. Esta alarma de alta presión tiene que señalarse de manera visual y acústica.

Debe complementarse con una alarma de baja presión que avise de la desconexión accidental del paciente.

Es necesaria también una válvula antiasfixia que permita al enfermo respirar aire ambiente en caso de fallo de la fuente de energía.

Si la fuente de gas se agota y cae por debajo de la presión de trabajo del ventilador, tiene que activarse una alarma visual y/o audible.

## Resistencia

Los ventiladores mecánicos deben ser compactos, soportar un trato duro y seguir funcionando a pesar de sufrir golpes, caídas, impactos, movimientos violentos, etc.

# ASOCIACIÓN DE SANITARIOS DE BOMBEROS DE ESPAÑA

## Parámetros de ventilación mecánica

**1. FIO<sub>2</sub>:** Es la fracción inspiratoria de oxígeno que damos al enfermo. En el aire que

respiramos es del 21% o 0.21. En la VM se seleccionará el menor FIO<sub>2</sub> posible para conseguir una saturación arterial de O<sub>2</sub> mayor del 90%.

**2. Frecuencia respiratoria (FR):** Se programa en función del modo de ventilación,

volumen corriente, espacio muerto fisiológico, necesidades metabólicas, nivel de PaCO<sub>2</sub>

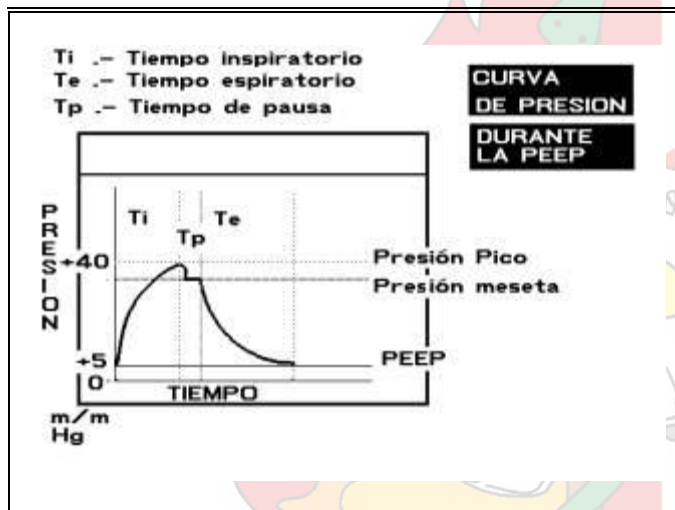
que deba tener el paciente y el grado de respiración espontánea. En los adultos suele ser de 8-12/min.

**3. Volumen corriente (VC o VT):** Habitualmente se selecciona en adultos un volumen tidal de 5-10 ml/Kg.

**4. Volumen Minuto (VM):** es el volumen que queremos insuflar en la unidad de tiempo, que será igual al volumen corriente multiplicado por la frecuencia respiratoria. Para la ventilación mecánica el volumen suele estar determinado por el peso del paciente. Así podremos usar como regla nemotécnica:

$$Vc = \text{Kg de peso del paciente} \times 10 \text{ ml}$$

$$Vm = \text{Kg de peso del paciente} \times 10 \text{ ml FR}$$



**5. Relación Inspiración:Espiración (I:E):** El tiempo inspiratorio es el período que tiene el respirador para aportar al enfermo el volumen corriente que hemos seleccionado. En condiciones normales es un tercio del ciclo respiratorio, mientras que los dos tercios restantes son para la espiración. Por lo tanto la relación I:E será 1:2.

**6. Presión Positiva Espiratoria Final ( PEEP ):** La presión positiva espiratoria final ( PEEP ) consiste en el mantenimiento de una presión positiva al final de la espiración.

## COMPLICACIONES DURANTE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

Del total de las complicaciones, las más frecuentes son la obstrucción del tubo endotraqueal, la extubación accidental y la intubación selectiva de un bronquio.

**La obstrucción del** tubo puede ser secundaria a acodamientos, herniación del neumotaponamiento. Se observa una mayor frecuencia de taponamiento en aquellos pacientes que presentan secreciones hemáticas.

Por otra parte tenemos la extubación accidental y la intubación selectiva de un bronquio, que se puede producir en movimientos de la cabeza del paciente.



**ASOCIACIÓN DE SANITARIOS  
DE BOMBEROS DE ESPAÑA**