

# Sistemas de humidificación en el paciente crítico

Alonso Iñigo, J.M.<sup>1</sup>, Fas Vicent, M.J.<sup>2</sup>, Almela Quilis, A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Anestesiología y Reanimación. Hospital Politécnico La Fe. Valencia. <sup>2</sup> Servicio de Anestesiología y Reanimación. Hospital de la Ribera. Alzira. <sup>3</sup> Unidad de Corte Estancia. Hospital Arnau de Vilanova. Valencia.

## 1. OBJETIVOS

- Conocer los principios de la Humidificación.
- Conocer los sistemas de Humidificación.
- Conocer las indicaciones de humidificación en ventilación mecánica no invasiva.

## 2. PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA HUMIDIFICACIÓN

La humedad puede definirse como la cantidad de agua presente en la atmósfera, y por extensión, el agua presente en forma de vapor en una mezcla gaseosa. La humedad se puede medir o definir de tres formas diferentes.

### 2.1. Humedad absoluta

La cantidad de vapor de agua por litro de gas, medida en mg/l. (mg de H<sub>2</sub>O por litro).

### 2.2. Humedad relativa

La cantidad de vapor de agua que hay en un gas, comparada con la capacidad total de dicho gas para contener vapor de agua. Se mide en porcentaje (%).

### 2.3. Punto de condensación

La temperatura en grados (°C) a la que un gas está saturado al 100%. Si el gas se enfriá por debajo de esta temperatura el exceso de vapor de agua se pierde en forma de condensación.

En condiciones basales el aire ambiental inspirado, que presenta una humedad absoluta de 10 mg/l. y una temperatura de unos 20°C, es calentado y humidificado por el sistema de acondicionamiento nasofaringeo hasta alcanzar unos valores en el pulmón de 44mg/l. y 37° C.

## 3. SISTEMAS DE HUMIDIFICACIÓN

La ventilación mecánica, tanto invasiva como no invasiva, se asocia con una disfunción del sistema muco-ciliar del aparato respiratorio, como consecuencia de la administración de gases medicinales sin humidificar y a bajas temperaturas (sin humedad y a 15 °C). La respiración continuada de un aire frío y seco, junto con la saturación del sistema fisiológico de humidificación y calentamiento, predisponen a la aparición de secreciones espesas y a la formación de atelectasias pulmonares, que a su vez condiciona una reducción de la capacidad residual funcional, la aparición de neumonía y la presencia de hipoxemia. Para atenuar o eliminar dichos efectos se han desarrollado diferentes sistemas de humidificación, con o sin la adición filtros frente a diversos microorganismos (Tabla 13.1).

### 3.1. Sistemas de humidificación pasiva

Tradicionalmente se les ha denominado «nárices artificiales», ya que intentan suplir la funciones de acomodación del aire inspirado que se realizan en la rinofaringe, cuando los pacientes están intubados. La mayoría de los sistemas además de capacidad



**Tabla 13.1. Resumen sistemas humidificación**

	HH	HME/LV	HME/HV	HMEF
Espacio muerto aparato	0	+	++	+++
Ventilación EM	0	+	++	+++
Resistencia insp.	+	+	+	++
Resistencia esp.	0	+	+	++
PEEPi.	0	0	0	+
WOB	0	+/0	+	++
Temperatura	+++	++	++	++
Humidificación	+++	++	++	++/+

HH: humidificador activo, HME/LV: humidificador pasivo bajo volumen, HME/HV: humidificador pasivo alto volumen, HMEF: humidificador pasivo con filtro.

de humidificación incorporan sistemas de filtración para minimizar la contaminación de las vías respiratorias. El mecanismo de acción es simple ya que emplean el propio calor y humedad del paciente, evitando pérdidas, pero sin añadir de forma activa ni calor ni humedad al circuito. Estos sistemas son capaces de retener el calor y la humedad durante la espiración, aportándolos al aire seco y frío durante la siguiente inspiración. Presentan una capacidad de humidificación variable dependiendo del tipo de materiales de humidificación y del flujo de gas aportado. Los sistemas pasivos interactúan de forma negativa sobre la mecánica respiratoria, ya que añaden espacio muerto y aumentan las resistencias respiratorias. Los efectos más importantes son los siguientes:

- Aumento espacio muerto (18,6-103 ml).
- Aumento de las resistencias respiratorias.
- Aumento de la PEEPi.
- Aumento del trabajo respiratorio.
- Interferencia en «weaning».

Las contraindicaciones para el uso de HME incluyen hipotermia profunda, fistula broncopleural, secreciones abundantes, fugas del sistema (Ventilación no invasiva), ventilación minuto > 10 l/min, e intoxicación con sustancias de eliminación respiratoria.

### 3.2. Sistemas de humidificación activa

A diferencia de los sistemas pasivos, los activos calientan el aire que viene del respirador a una temperatura de 37 °C y añaden humedad en forma de vapor de agua hasta alcanzar unos valores fisiológicos de 44 mg H<sub>2</sub>O/L. Los modernos sistemas evitan la condensación del vapor de agua dentro del sistema, mediante el calentamiento activo de las tubuladuras, minimizando la posibilidad de contaminación bacteriana (Fig. 13.1). Son sistemas que permiten administrar una humedad y temperatura constantes independientemente de las condiciones ambientales externas y de las modificaciones de los parámetros de ventilación. Están formados por una cámara de calentamiento que transforma agua destilada en vapor de agua que se añade al circuito, y un sistema de tubuladuras calentadas que transportan los gases al paciente. El sistema funciona de forma automática gracias a la presencia de sensores de flujo y temperatura para ajustar de forma constante el grado de humidificación y calentamiento.



Figura 13.1. Humidificador MR850 Fisher & Paykel.



miento, independientemente de los valores de ventilación asignados. Es importante destacar la ausencia o minimización de la condensación en el circuito respiratorio que se consigue con los modernos humidificadores. En la actualidad existe una incidencia igual o incluso menor en el desarrollo de neumonía asociada a la ventilación mecánica si se compara con los sistemas pasivos tradicionales. Estos sistemas presentan muy pocos efectos sobre la mecánica respiratoria, ya que no añaden espacio muerto, ni influyen en las resistencias del circuito. Son los únicos sistemas adecuados para la VMNI ya que aportan humidificación independientemente del grado de fugas del circuito, y no añaden resistencias ni espacio muerto instrumental.

#### 4. INDICACIONES DE HUMIDIFICACIÓN EN VENTILACIÓN MECÁNICA

En aquellas situaciones en las que se aporten aires medicinales al paciente de forma continua será necesario el empleo de algún sistema de humidificación. Actualmente no existe evidencia acerca del cuándo y en qué pacientes es necesario comenzar a emplear los sistemas de humidificación en VMNI y en oxigenoterapia de alto flujo o convencional. Sin embargo, parece que la administración de gases con temperatura y humedad en rango

fisiológica puede mejorar la tolerancia al tratamiento e influir en el éxito de la técnica, a pesar de algún estudio donde no hay significación estadística ni en el éxito de la técnica ni en el grado de sequedad de las mucosas cuando se comparan ambos dispositivos. En uso de HH en pacientes hipercapnios debe ser considerado como primera elección. En caso de emplear HME se debe usar aquellos con menor espacio muerto. En ventilación mecánica invasiva está extendido el uso de sistemas pasivos de forma habitual, reservando los sistemas activos para pacientes con SDRA, ventilación prolongada o de algo riesgo de fracaso en el «weaning». En la tabla 13.2 se resumen las indicaciones fundamentales.

**Tabla 13.2. Indicaciones de HH**

- Intubación prolongada >48H
- SDRA/ALI
- Fase de desconexión VM en pacientes de riesgo
- Oxigenoterapia de alto flujo
- VMNI:
  - Tratamiento prolongado > 6 horas
  - Presencia de secreciones espesas
  - Patología respiratoria crónica
  - Insuficiencia respiratoria hipoxémica grave
  - Intolerancia a la VMNI por sequedad de mucosas

#### PUNTOS CLAVE

- La ventilación mecánica se asocia con una disfunción del sistema de acondicionamiento del aire inspirado por lo que es necesario el empleo de sistemas de humidificación.
- Los sistemas pasivos emplean el propio calor y humedad del paciente, evitando pérdidas, pero sin añadir de forma activa ni calor ni humedad al circuito.
- Los sistemas activos permiten administrar una humedad y temperatura constantes independientemente de las condiciones ambientales externas y de las modificaciones de los parámetros de ventilación.
- En todos los pacientes intubados y conectados a un respirador hay que emplear un sistema de humidificación.
- Los sistemas activos se emplean en VMNI y en casos seleccionados en ventilación invasiva.
- Se deben utilizar los sistemas activos con mecanismos para minimizar la condensación de la tubuladura y evitar el desarrollo de infección pulmonar.



## **BIBLIOGRAFÍA**

---

1. Ricard JD. Humidification. En: Tobin MJ (ed.) Principles and Practice of Mechanical Ventilation. New York: McGraw-Hill; 2006. p. 1109-20.
2. Hedley RM, Allt-Graham J. Heat and moisture exchangers and breathing filters. Br J Anaesth. 1994; 73:227-36.
3. Williams R, et al. Relationship between the humidity and the temperature of inspired gas and the function of airway mucosa. Crit Care Med. 1996;24:1920-9.
4. Dean R, et al. Noninvasive Ventilation for Acute Respiratory Failure. Respiratory Care. 2013;58: 951-66.
5. Lellouche F, et al. Impact of the humidification device on intubation rate during noninvasive ventilation with ICU ventilators: results of a multicentre randomized controlled trial. Intensive Care Med. 2013. On line 26 november.