

# Humidificación y filtrado de la vía aérea artificial

---

Dr. Alberto Jarillo Quijada.

---

**Resumen:** *Durante la respiración la vía aérea calienta y humidifica el aire que llega a los pulmones. En pacientes con vía aérea artificial el aire inspirado debe ser acondicionado a una temperatura de 37°C y humedad absoluta de 44 mg/l para prevenir secreciones espesas, tapones mucosos, bronco espasmo y complicaciones infecciosas. Para ello, es necesario utilizar sistemas seguros, confortables y de fácil manejo que garanticen la humedad y temperatura adecuadas.*

---

## Humidificación y filtrado de la vía aérea artificial

### Introducción

Si bien existen numerosos estudios publicados y un continuo debate sobre la óptima humidificación de la vía aérea artificial, el acondicionamiento de los gases inspirados a un valor de temperatura y humedad lo más fisiológico posible, es aceptado como una práctica esencial para los pacientes con vía aérea artificial que reciben tratamiento con oxígeno. Desafortunadamente en nuestro medio lo anterior es un aspecto al que no se le ha dado la debida importancia, y frecuentemente es pasado por alto. Esta guía analiza la importancia del acondicionamiento de los gases inspirados en la función del pulmón normal, los riesgos y complicaciones de la oxigenoterapia cuando el acondicionamiento de los gases inspirados no es el adecuado, así como una pauta de humidificación y calefacción óptima para los pacientes sometidos a ventilación mecánica.

### Humidificación.

Durante la inspiración, la vía respiratoria superior calienta y humidifica el aire inspirado de modo que llegue a los pulmones a la temperatura interna del cuerpo (37°C) y a 44 mg/l de humedad absoluta. El calentamiento y saturación del aire se produce tomando el calor y humedad de la mucosa que reviste la vía aérea. Al espirar, la mucosa sólo se recupera el 25% del calor y humedad añadidos durante la inspiración, lo que implica una pérdida significativa de calor y humedad hacia el medio ambiente. Este proceso enfría y seca la mucosa.

### Filtración.

También durante la inspiración, el aire es filtrado eliminando la mayoría de los contaminantes, optimizando el intercambio gaseoso y protegiendo el tejido pulmonar. El sistema de transporte mucociliar comienza en la nasofaringe y se extiende hacia los

bronquiolos. Las partículas contaminantes, incluyendo agentes patógenos son atrapados, neutralizados y transportados hacia la vía aérea superior.

### **Riesgos y complicaciones de la oxigenoterapia.**

- El oxígeno suplementario que se suministra a los pacientes sale de las tomas frío (10-15°C) y seco (0mg/l de humedad).
- Aun con el uso de un humidificador, cuando este opera a una temperatura para suministrar el gas inspirado a menos de 32 °C, la humedad puede reducirse al punto en donde la formación de tapones de moco ocurre en la vía aérea.
- Durante la oxigenoterapia con dispositivos de bajo flujo (puntas nasales, mascarillas simples o con reservorio), a pesar del uso de un borboteador (humidificador), la inspiración de oxígeno a flujos mayores de 5 L/min provocan sequedad e inflamación de la vía respiratoria alta.
- Bajo circunstancias normales, los sistemas de oxígeno de flujo bajo (incluyendo cánulas y mascarilla) no representan riesgos clínicamente importantes de infección, siempre y cuando se usen en el mismo paciente, y no necesitan ser reemplazados rutinariamente. Sin embargo no se encuentran exentos de este y otros riesgos
- Durante la oxigenoterapia con dispositivos de alto flujo (nebulizador, casco cefálico, tienda facial), la humedad puede llegar a garantizarse e incluso puede llegar a ser excesiva, sin embargo la temperatura puede no ser la adecuada, sobre todo y el paciente presenta incremento en la frecuencia respiratoria.
- El exceso de humedad proporcionado por los sistemas de alto flujo modifica las características físicas del moco, que al ser muy acuoso éste no puede ser desplazado hacia la vía aérea superior por el sistema mucociliar, por lo que tiende a acumularse en el sistema respiratorio inferior, obstruyendo la vía aérea, incrementando el riesgo de infección y comprometiendo la distensibilidad pulmonar.
- Los sistemas de alto flujo que emplean humidificadores precalentados y generadores de aerosol, especialmente cuando son aplicados a personas con vía aérea artificial, generan un importante riesgo de infección, principalmente por la colonización del agua que se condensa en la tubería, de aquí que esta deba drenarse periódicamente y en dirección contraria al paciente para reducir el riesgo de infección.
- En pacientes con vía aérea artificial, los gases inspirados no pasan por la nasofaringe, por lo que éstos toman el calor y la humedad de las vías respiratorias inferiores. Esta pérdida de calor y humedad de la vía respiratoria baja resulta en secreciones más espesas, difíciles de aspirar y con frecuencia tapones mucosos.
- También se compromete la función del sistema mucociliar por lo que el filtrado de partículas inspiradas y la defensa de la vía aérea queda comprometida.

- Es bien conocido que respirar aire frío aumenta de la reactividad bronquial y eventos de bronco espasmo en pacientes susceptibles, independientemente si respiran o no a través de una vía aérea artificial. Además de comprometer la vida del paciente, los eventos de bronco espasmo obligan al uso de farmacoterapia inhalada, lo que implica un mayor costo y riesgos infecciosos en el paciente.



Figura 1. Microfotografía de barrido, sistema mucociliar normal, suministro de gases inspirados a 37 C y 44 mg/L de humedad absoluta.



Figura 2. Microfotografía 2. Sistema mucociliar atrofiado.



Figura 3. Obstrucción de tubo endotraqueal por tapón de moco.

## Sistemas de humidificación y calefacción disponibles.

Dependiendo de la utilización energía eléctrica para acondicionar los gases inspirados, los sistemas se dividen en sistemas pasivos cuando no la utilizan y sistemas activos cuando la usan. No ha podido establecerse diferencia significativa en cuanto a eficiencia cuando se realizan comparaciones entre los mejores dispositivos pasivos y activos, por lo que la preferencia de su utilización depende de condiciones particulares del paciente (ver guías de utilización de sistemas de humidificación). La siguiente tabla presenta las ventajas y desventajas de cada sistema.

### Ventajas y desventajas de los sistemas de humidificación y calefacción.

Sistema	Ventajas	Desventajas
<b>Pasivos (filtros intercambiadores de calor y humedad)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Portátiles</li><li>• Ligeros</li><li>• Simples</li><li>• Baratos si se usan &lt; de 48 hr</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pérdida neta de agua por el tracto respiratoria</li><li>• No útiles para todo tipo de pacientes.</li><li>• Aumentan espacio muerto.</li><li>• Aumentan resistencia.</li><li>• Oclusión potencial.</li><li>• Deben ser removidos para suministra terapia en aerosol.</li><li>• Rango limitado de temperatura.</li></ul>
<b>Sistemas Activos (Humidificador servo controlado con circuito de ventilación mecánica con alambre calefactor interno)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rango amplio de temperatura.</li><li>• Aplicación universal</li><li>• Monitoreo de temperatura.</li><li>• Alarmas.</li><li>• Eliminan condensación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Costos si se usan &lt; 48 hr</li><li>• Complejos.</li><li>• Poco portátiles</li></ul>

### Sistemas pasivos.

Humidificadores y borboteadores: estos dispositivos utilizados con los sistemas de oxígeno de bajo y alto flujo, son dispositivos simples que tienen limitaciones importantes en su eficiencia para garantizar una humidificación óptima, no filtran el gas inspirado y no brindan calefacción alguna ya que esta depende de la proporcionada por la nasofaringe

del paciente, por estas razones no deben ser utilizados en pacientes bajo ventilación mecánica, sus indicaciones de uso son expuestas en el tema de Oxigenoterapia.

Filtros intercambiadores de calor y humedad: se encuentran contruidos de diferentes materiales higroscópicos o hidrofóbicos que atrapan humedad y calor exhalada por el paciente y la entregan en la inspiración siguiente. Dependiendo del material, marca y condiciones de evaluación es la eficiencia que presentan.



Figura 4. Filtro de intercambio de calor y humedad.



Figura 5. Uso clínico de filtro de intercambio de calor y humedad.

### Sistemas activos.

Los sistemas de humidificación activos utilizan una resistencia eléctrica para acondicionar los gases inspirados, pueden ser sistemas simples como una unidad térmica adaptada a un nebulizador para calentar el flujo de gas inspirado, o sistemas más complejos servo controlados que brindan humedad y calefacción vaporizando agua a una temperatura y humedad constante. En estos últimos el sistema de humidificación puede incluir al circuito de ventilación mecánica con un alambre calefactor interno y sensores de temperatura proximales al paciente con el fin de garantizar la humedad y temperatura deseadas y prevenir la condensación de agua en el sistema.

Figura 6. Unidad térmica para nebulizador.

Figura 7. Unidad térmica servo controlada.



Figura 8. Uso clínico de sistema de humidificación activo.

#### Utilización de un sistema de humidificación y calefacción.

- Un sistema de humidificación de la vía aérea ha de cumplir dos requisitos principales:
  - garantizar una temperatura y humedad adecuadas. El sistema de humidificación ha de calentar el aire inspirado a la temperatura corporal ( $37^{\circ}\text{C}$ ) y conseguir una humedad alrededor de 44 mg/l.
  - evitar la posibilidad de contaminación de la vía respiratoria. El sistema no puede actuar como vehículo de transporte de bacterias o virus hacia la vía respiratoria.
- Existen diferentes sistemas de humidificación y múltiples estudios comparativos publicados pero en la actualidad existe consenso que los sistemas que utilizan vapor de agua y no aerosoles de agua, son los más seguros para reducir la incidencia de contaminación.
- El sistema debe evitar la condensación de agua en las tubuladuras, producidas por pérdida de temperatura, para ello es necesario que el circuito respiratorio esté calentado.
- Para todo el personal médico y paramédico, el sistema de humidificación empleado ha de garantizar la seguridad y confort del paciente y ha de requerir poca manipulación y mantenimiento del circuito.

#### Guías de utilización de sistemas de humidificación y calefacción.

- Todos los pacientes con vía aérea artificial deberían disponer de sistemas activos de humidificación. En caso de no disponer para todos los pacientes proponemos su utilización en:
  - Pacientes en quienes se prevé ventilación mecánica mayor de 48 horas.
  - Pacientes recientemente extubados.
  - Pacientes con ventilación mecánica por patología respiratoria
  - Pacientes con traqueostomía.
  - Pacientes recién nacidos y lactantes.
- Para el resto de pacientes con vía aérea artificial, en los que no se dispone de un sistema activo y/o que no cumplen con los criterios anteriormente expuestos, debe utilizarse un sistema pasivo (filtro-intercambiador de calor y humedad).
- Todos los pacientes con ventilación no invasiva deberían disponer de sistema de humidificación, en primer lugar de un sistema activa, de no ser posible de un sistema pasivo.
- En pacientes respirando espontáneamente por la nasofaringe con oxigenoterapia con sistemas de bajo flujo, puede prescindirse de un sistema de humidificación y calefacción siempre y cuando el flujo suministrado sea menor de 4 l/min y la FiO<sub>2</sub> menor de 28%, pero debe vigilarse continuamente al paciente y ante la presencia de manifestaciones asociadas a una pobre humedad y temperatura, considerar el uso de un sistema de alto flujo y/o el uso de un sistema activo de humidificación y calefacción.
- Aún en pacientes que respiran espontáneamente por la nasofaringe con oxigenoterapia con sistemas de bajo flujo con flujos superiores a 4 L/min o Fio<sub>2</sub> mayor del 28%, siempre será conveniente el uso de un sistema del alto flujo y/o un sistema activo de humidificación y calefacción.

## **Bibliografía.**

Tim Op't Holt, EdD, R.R.T., AE-C, FAARC. Humidification During Mechanical Ventilation: Current Trends and Controversies. Clinical Fundations.[www.clinicalfundations.org](http://www.clinicalfundations.org).

Cook D, De Jonghe B, Brochard L, Brun-Buisson C. Influence of airway management on ventilator associated pneumonia. Evidence from randomized trials. JAMA, 1998—Vol 279, No. 10.

Guidelines for prevention and control health care associated pneumonia. Morbidity and mortality weekly report. Center for Disease Control and Prevention. March 24, 2004. Vol. 53., No. RR-3. [www.cdc.gov/MMWR/preview/mmwrhtml/rr5303a1.htm](http://www.cdc.gov/MMWR/preview/mmwrhtml/rr5303a1.htm).

Williams R, Rankin N, Smith T, Galler D, Seakins P. Relationship between the Humidity and Temperature of Inspired Gas and the Function of the Airway Mucosa. Crit.Care Med. 1996; 24:11:1920-1929.

Lacherade JC et al. Impact of Humidification Systems on Ventilator-associated Pneumonia: A Randomized Multicenter Trial. Am J Respir Crit Care Med. 2005; Nov 15; 172(10):1276-82.

Uc Chi NM, Suárez D. Humidificación y obstrucción en vía aérea de pacientes con intubación endotraqueal. Rev Enferm IMSS. 2000 8(1):17-20.

SamirJaber MD et al. Long-term Effects of Diferent Humidification Systems on Endotracheal Tube Patency. Anesthesiology 2004; 100:782-8.