

# Humidificación con calor

Resumen de la evidencia clínica



# Índice



## Revisiones. De los principios a la aplicación

- |     |  |    |
|-----|--|----|
| R1. | Fisiología y defensa de las vías respiratorias   | 1  |
| R2. | Principios básicos del calor y la humedad  | 4  |
| R3. | Métodos de calentamiento y humidificación de los gases inspiratorios                   | 6  |
| R4. | Implicaciones de la elección del dispositivo para el ventilador y la mecánica pulmonar | 8  |
| R5. | Humidificación con calor para todos  | 10 |



## Resumen

12



## Glosario

13



## Principales referencias

15



### INTRODUCCIÓN

Las tres funciones principales de las vías respiratorias superiores son filtrar, calentar y humidificar los gases inspirados.<sup>1</sup> Se elimina prácticamente toda la materia particulada, si bien los gases inspirados se calientan a la temperatura corporal (37 °C) y se saturan al 100 % de humedad relativa (44 mg H<sub>2</sub>O/L).<sup>1</sup> En esta sección se revisan los principios de la fisiología y la defensa de las vías respiratorias, para comprender mejor los factores que deben tenerse en cuenta en los pacientes que reciben asistencia respiratoria.

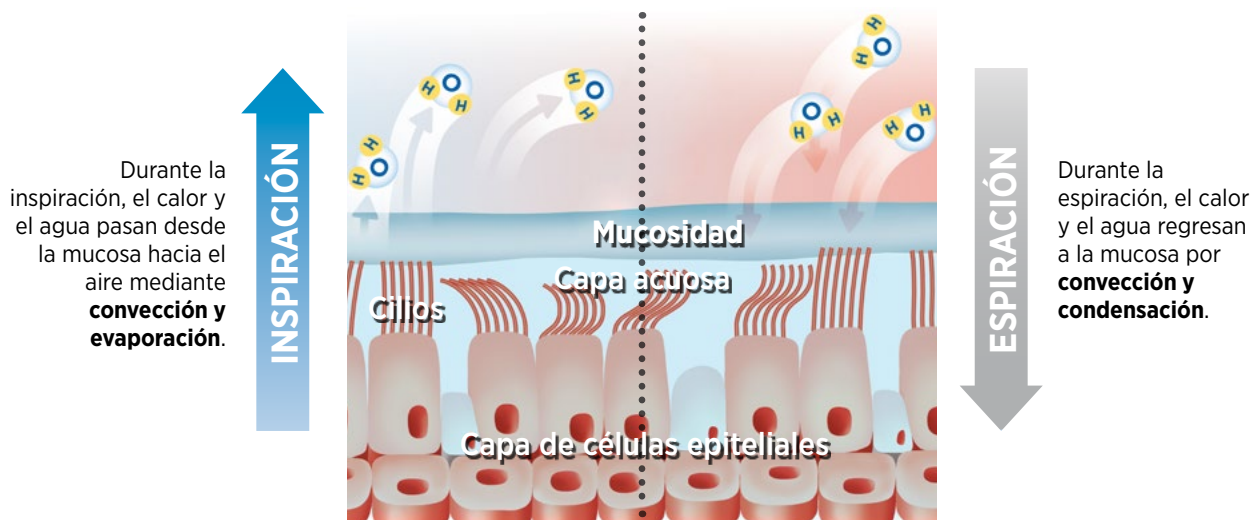
### DEFENSAS DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Los principales mecanismos mecánicos de defensa de las vías respiratorias superiores son los estornudos, la tos, las arcadas y la filtración a través de la mucosa nasal. Una segunda línea de defensa la proporciona el sistema de transporte mucociliar, que es una barrera física extracelular que atrapa y neutraliza agentes patógenos y contaminantes y los transporta fuera de las vías respiratorias.<sup>2</sup> Este sistema es la única defensa mecánica de las vías respiratorias que queda en los pacientes cuyas vías respiratorias hayan sido desviadas y, para funcionar de forma óptima, depende del calor y la humedad del gas inspirado.

El sistema de transporte mucociliar se compone de tres capas:<sup>2</sup>

1. Una capa celular, que incluye células secretoras, absorbentes, sensoriales y ciliadas.
2. Una capa acuosa (líquido periciliario), que contiene una fina lámina continua de 5-6 µm de líquido de baja viscosidad.
3. Una capa de gel viscoelástico (mucosidad), que comprende la mucosidad que se segrega como reacción contra agentes contaminantes o irritantes. La mucosidad está compuesta por un 95 % de agua y un 5 % de glicoproteínas, proteoglicanos y lípidos en estado coloidal.

Los cilios de la superficie de las células ciliadas vibran en frecuencia y coordinación con los cilios de las células vecinas y están bañados en líquido periciliario.<sup>2</sup> Como reacción a la estimulación, se absorbe agua del líquido periciliario para formar la mucosidad, que es atraída hacia la laringe por la vibración de los cilios.<sup>2</sup> La función del sistema de transporte mucociliar depende de la coordinación entre las capas celular, acuosa y viscoelástica de la mucosidad de las vías respiratorias, y se altera por los cambios de frecuencia de la vibración de los cilios, la reología y la profundidad del líquido periciliario y la reología de la mucosidad.<sup>2</sup>



**Figura 1:** El sistema de transporte mucociliar protege las vías respiratorias de los residuos, al tiempo que facilita el calentamiento y la humidificación del gas inspirado.



### ACONDICIONAMIENTO DE LOS GASES

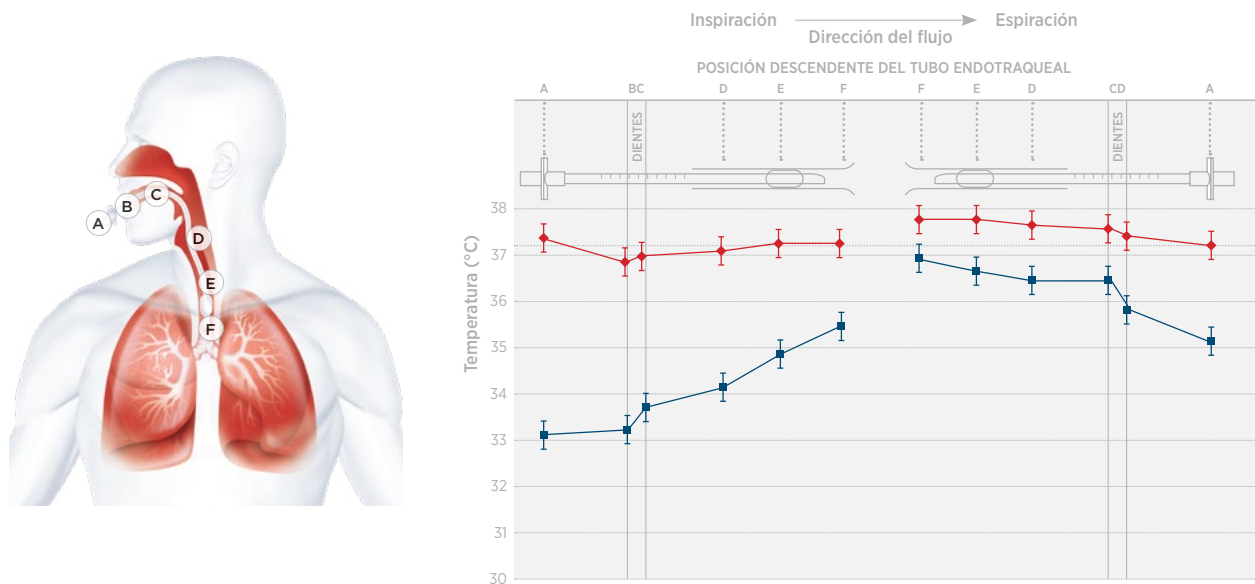
La temperatura y la humedad del gas inspirado son cruciales para el funcionamiento óptimo del sistema de transporte mucociliar, ya que, si la administración de calor y humedad no es óptima, se provoca la ralentización progresiva del sistema, y la defensa de las vías respiratorias resulta ineficaz.<sup>2</sup>

En cada respiración, el tracto respiratorio añade calor y humedad a los gases durante la inspiración, y en la espiración recupera una fracción de este calor y esta humedad. El aire del ambiente se acondiciona para que el gas llegue a los alvéolos a la temperatura básica y esté totalmente saturado de vapor de agua (44 mg H<sub>2</sub>O/L a 37 °C, en un paciente normotérmico). Este estado se denomina, en ocasiones, “temperatura corporal y presión saturada” (BTPS). El punto del sistema respiratorio en el que el aire inspirado alcanza este nivel de calor y humedad se denomina “límite de saturación isotérmica” (LSI). En un adulto, se encuentra alrededor del nivel de los bronquios principales durante la respiración tranquila normal de aire ambiente, aunque su posición puede variar con el calor y el contenido de humedad del aire inspirado y los patrones respiratorios.<sup>3</sup>

En consecuencia, existe un gradiente de temperatura y humedad a lo largo de las vías respiratorias: desde la temperatura y humedad ambiente a la altura de la apertura de las vías respiratorias hasta la temperatura central y el 100 % de humedad relativa en el LSI. La mucosa situada por encima del LSI, que proporciona calor y humedad durante la inspiración, se calienta y humedece de forma incompleta a partir de la reserva sistémica antes de que comience la espiración. Por lo tanto, el gas alveolar espirado se encontrará con una mucosa fría, lo que inducirá la condensación y liberará humedad y energía de vuelta hacia la mucosa (Figura 1). En consecuencia, existe una relación directa y dinámica entre la humedad espirada y la inspirada.<sup>2,3</sup>

### MANTENIMIENTO DEL EQUILIBRIO DURANTE LA ASISTENCIA RESPIRATORIA

Muchos aspectos de la fisiología de las vías respiratorias se evitan o eliminan durante la ventilación invasiva o se ven comprometidos con las estrategias de ventilación no invasiva. En particular, cuando un paciente respira a través de un tubo endotraqueal o de traqueostomía, se evitan las vías respiratorias superiores y el gas se administra directamente hacia las vías respiratorias inferiores, y la oportunidad de que el acondicionamiento sea normal es mínima.



**Figura 2:** Cambios de temperatura a lo largo de las vías respiratorias intubadas de un paciente con ventilación invasiva durante la inspiración y la espiración. La línea roja y los rombos representan el perfil de temperatura cuando la temperatura del gas inspirado se estableció en 37 °C. La línea azul y los cuadrados representan el perfil cuando la temperatura del gas inspirado se estableció en 30 °C. Imagen adaptada de Ryan et al. (2002)<sup>4</sup>.

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.



## R1. Revisión: Fisiología y defensa de las vías respiratorias

La carga de trabajo de las vías respiratorias y la pérdida de agua son neutras solamente cuando el gas inspirado se administra a temperatura corporal y saturado. Dado que la mucosa de un paciente intubado tiene una capacidad limitada para calentar el aire inspirado a través del tubo y no puede aumentar el contenido de agua (Figura 2), el aire inspirado a una temperatura inferior a la corporal, o que no está totalmente saturado de vapor de agua, aumenta la carga de trabajo del tracto respiratorio inferior. Cuando la ventilación mecánica dura más de unas pocas horas, los gases utilizados en la asistencia respiratoria deben administrarse hacia las vías respiratorias a temperatura corporal y saturados, para minimizar la carga de trabajo del tracto respiratorio inferior y conseguir que la función de las vías respiratorias sea óptima.<sup>4</sup>

### PUNTOS CLAVE

- El sistema de transporte mucociliar es importante tanto para acondicionar con calor y humedad el aire inspirado como para impedir que los agentes patógenos lleguen a los pulmones.
- El gas se acondiciona durante la respiración desde el punto de inspiración hasta el LSI mediante numerosos mecanismos.
- Cuando se evitan las vías respiratorias superiores, los gases deben acondicionarse antes de la inspiración, con el fin de minimizar la carga de trabajo del tracto respiratorio inferior.

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.



## R2. Revisión: Principios básicos del calor y la humedad

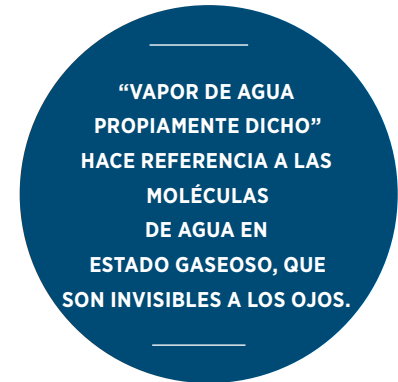
### INTRODUCCIÓN

Esta revisión ofrece una visión general de los conceptos principales de la humedad y la termorregulación, con el objetivo de facilitar la comprensión del papel que desempeñan el calor y la humedad en la consecución de la salud y la función óptimas de las vías respiratorias durante la ventilación invasiva.

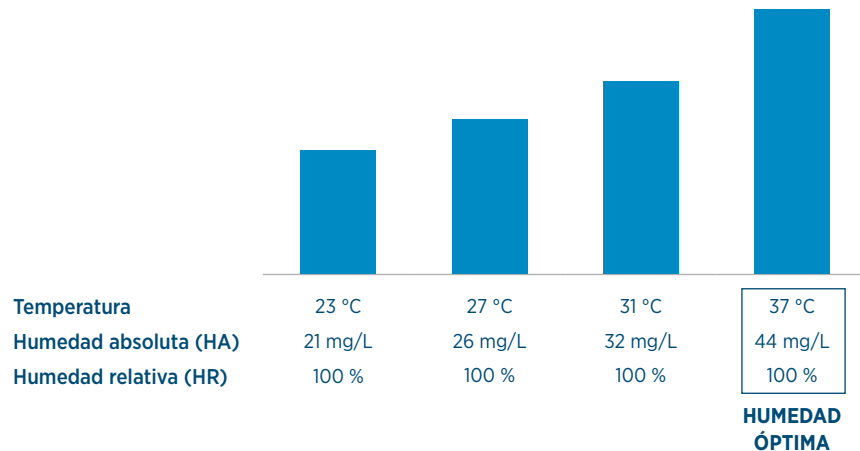
### ¿QUÉ ES LA HUMEDAD?

La humedad hace referencia a la presencia de vapor de agua en la atmósfera o en un gas y puede variar con la temperatura. La presencia de vapor de agua puede expresarse de dos maneras:<sup>3</sup>

- “Humedad absoluta” (HA) hace referencia a la masa de vapor de agua retenida por un volumen de gas, independientemente de la temperatura, y se expresa en miligramos de agua por cada litro de gas (mg H<sub>2</sub>O/L).
- “Humedad relativa” (HR) hace referencia a la masa de vapor de agua retenida por un volumen de gas en relación con la masa máxima de agua que el volumen de gas podría retener a una temperatura dada, y se expresa en porcentaje.



Existe una relación fija entre la humedad absoluta, la humedad relativa y la temperatura. Un gas se considera “saturado”, es decir, con una HR del 100 %, cuando retiene vapor de agua a su capacidad máxima a la temperatura dada. Sin embargo, cuando un gas saturado se calienta, este aumenta su capacidad para retener agua. Por tanto, aunque el contenido absoluto de agua no cambia, el aumento de la capacidad significa que la humedad relativa del gas disminuye (<100 % de HR). Por el contrario, cuando un gas saturado se enfría, su capacidad para retener vapor de agua disminuye, y el exceso de vapor de agua que ahora no puede almacenarse se pierde en forma de condensación. El gas alcanza, entonces, un nuevo equilibrio de saturación a la temperatura más baja.<sup>2</sup>



**Figura 3:** La capacidad del gas para retener vapor de agua aumenta con la temperatura. Cuando el gas se calienta, aumenta el contenido máximo de agua que puede contener. Todas estas muestras están saturadas (100 % de HR), pero contienen diferentes niveles absolutos de vapor de agua.

La energía total del aire se compone de calor sensible (reflejado en la temperatura del aire) y calor latente (reflejado en la masa de vapor de agua). Alterar la temperatura del agua requiere, aproximadamente, el doble de energía que modificar la temperatura del gas. Modificar la temperatura del gas sin alterar el contenido de vapor de agua solamente ejerce un pequeño efecto sobre la energía total del gas, en comparación con la captación de energía al añadir vapor de agua. Por consiguiente, el aire humidificado contiene más energía que el aire seco a la misma temperatura.

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.





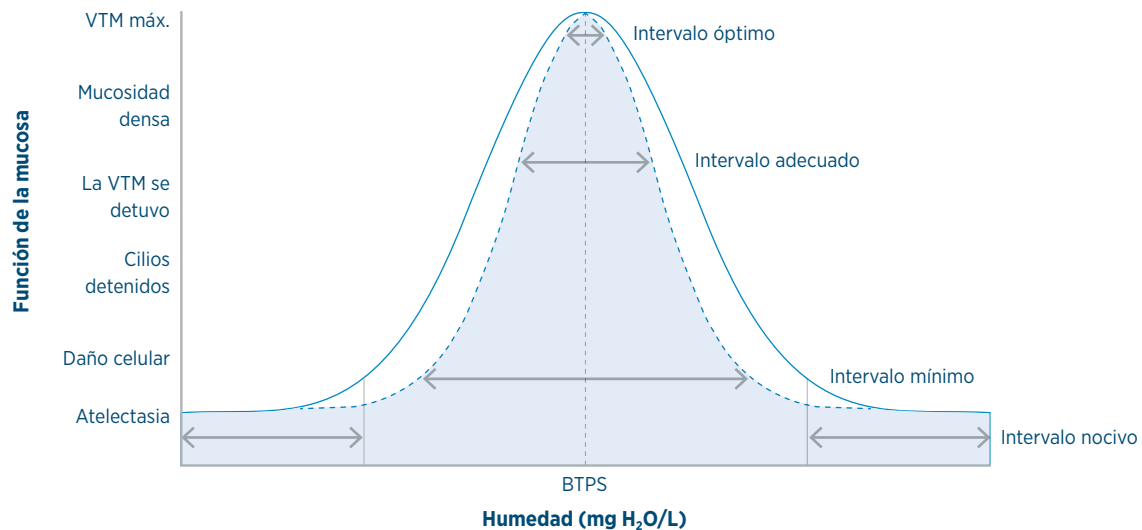
## R2. Revisión: Principios básicos del calor y la humedad

### ¿CUÁL ES LA HUMEDAD ÓPTIMA?

En el contexto del paciente intubado, “humedad óptima” hace referencia a la administración de gas inspirado a temperatura corporal y saturado (37 °C, 100 % de HR), por lo que es termodinámicamente neutro.<sup>4</sup> La carga de trabajo de las vías respiratorias y la pérdida de agua de las vías respiratorias aumentan linealmente, a medida que el gas inspirado disminuye desde estos niveles óptimos, al igual que la aparición de la disfunción mucociliar.<sup>2</sup>

Se ha demostrado que la temperatura y la humedad del gas inspirado son determinantes cruciales de la función de la mucosa. Solamente el gas inspirado acondicionado a la temperatura básica y con una saturación del 100 % permite que la velocidad de transporte mucociliar sea óptima (Figura 4).

La Figura 4 es una representación gráfica de la función de la mucosa comparado con la humedad inspirada. Muestra un continuo de la disfunción de la mucosa con cualquier desviación respecto de la humedad óptima. El grado en que la desviación de la humedad óptima afecta a la función de la mucosa depende de la magnitud de la desviación respecto de la óptima, la duración de la desviación, y la salud del paciente.



**Figura 4:** Función de la mucosa comparada con la curva de humedad inspirada. Imagen adaptada de Williams et al. (1996)<sup>2</sup> Abreviaturas: BTPS, temperatura y presión corporales saturadas de vapor de agua; VTM, velocidad de transporte mucociliar.

La curva es única para cada contexto individual del paciente y los factores terapéuticos; sin embargo, la forma parabólica de la curva debería ser similar entre un paciente y otro.<sup>2</sup> Se espera que la curva se estreche con la mala salud, ya que da por hecho que el paciente crítico tiene otras demandas sistémicas que lo hacen menos tolerante a la masa de agua y a los desafíos térmicos de la mucosidad de las vías respiratorias. Esto puede ocurrir cuando el paciente está intubado, cuando se administra gas a caudales elevados o cuando la terapia continúa durante un período prolongado. Esta variación significa que las necesidades de humidificación pueden variar de un paciente a otro o cambiar en un mismo paciente a lo largo del tiempo.<sup>5</sup>

### PUNTOS CLAVE

- Existe una relación fija entre la humedad absoluta, la humedad relativa y la temperatura.
- El grado en que la desviación respecto de la humedad óptima afecta a la función de la mucosa depende del alcance y la duración de la desviación, así como de la salud del paciente.

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.



## R3. Métodos de calentamiento y humidificación de los gases inspiratorios

### INTRODUCCIÓN

Existen razones de peso para administrar gas inspiratorio a los pacientes intubados lo más cerca posible de la humedad óptima. Esta revisión describe y compara los métodos disponibles para calentar y humidificar los gases respiratorios y su aplicabilidad a los requisitos del paciente y de la terapia.

Los gases medicinales y el aire ambiente suelen ser mucho más secos de lo que necesitan nuestros pulmones, lo que obliga al sistema respiratorio a compensar (Tabla 1).<sup>6</sup>

**Tabla 1:** Mediciones de la temperatura media y la humedad relativa (HR) de los gases medicinales canalizados y el aire ambiente de la estancia en Royal Women's Hospital (Melbourne, Australia) en comparación con la humedad óptima para la función respiratoria. Datos de Dawson et al. (2014).<sup>6</sup>

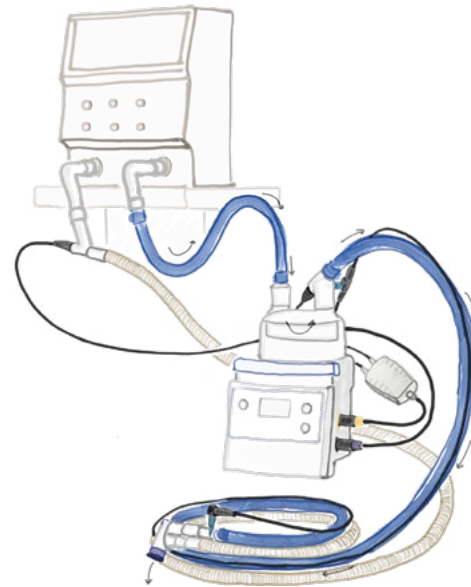
Oxígeno medicinal (en la toma de pared)	Aire ambiente	Humedad óptima
23 °C	23 °C	37 °C
2,1 % de HR	41,1 % de HR	100 % de HR
0,4 mg H <sub>2</sub> O/L	8,4 mg H <sub>2</sub> O/L	44 mg H <sub>2</sub> O/L

La humidificación de los gases respiratorios antes de su administración hacia las vías respiratorias se consigue, normalmente, mediante humidificación activa (con un humidificador con calor) o humidificación pasiva (con un intercambiador de calor y humedad [HME]). Ambos actúan calentando el gas y añadiendo humedad, con lo que añaden energía.<sup>3,5</sup> El grado en que lo hacen, y las circunstancias en que son adecuados, varía en función del tipo de dispositivo.

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS HUMIDIFICADORES ACTIVOS COMPARADOS CON LOS PASIVOS

Los humidificadores activos permiten transportar aire a través de un depósito de agua caliente. El agua del interior de la cámara se evapora, añadiendo vapor de agua a la trayectoria del gas. El vapor de agua no puede transmitir ninguna infección,<sup>3</sup> ya que las moléculas de agua son muchas veces más pequeñas que las bacterias y los virus. El humidificador con calor (HH) se coloca cerca del ventilador en el ramal inspiratorio del circuito del ventilador. Después de que el gas atraviesa el depósito y adquiere humedad, se desplaza por el ramal inspiratorio hasta las vías respiratorias del paciente (Figura 5).<sup>3,5</sup>

Los intercambiadores de calor y humedad pasivos (también llamados “narices artificiales”) imitan la acción humidificadora de la cavidad nasal. Los intercambiadores de calor y humedad se colocan entre la pieza en Y y las vías respiratorias del paciente.<sup>3</sup> Estos dispositivos contienen un elemento condensador que retiene la humedad durante la espiración, de modo que cuando la siguiente respiración inspirada pase a través de él pueda obtener calor y humedad de forma pasiva. A diferencia de lo que ocurre cuando se utiliza un humidificador con calor, esto significa que la capacidad de acondicionamiento de un intercambiador de calor y humedad depende de la administración de calor y humedad por parte del paciente.<sup>5</sup> Existe una considerable heterogeneidad en el rendimiento de la humidificación de los intercambiadores de calor y humedad, con valores de humedad absoluta, entre los 48 dispositivos probados, que oscilan entre 17 mg y 32 mg H<sub>2</sub>O/L.<sup>7</sup>



**Figura 5:** Los humidificadores activos añaden calor y humidificación a los gases medicinales antes de la inspiración. Las flechas indican el flujo de gas hacia el paciente durante la inspiración a través del ramal inspiratorio (azul).

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.





### R3. Métodos de calentamiento y humidificación de los gases inspiratorios

#### RECOMENDACIONES Y CONTRAINDICACIONES

No está contraindicado el principio de añadir calor y humedad a los gases inspirados, ni utilizar para ello un humidificador con calor. Sin embargo, hay algunos casos en los que los intercambiadores de calor y humedad están contraindicados (Tabla 2).

La Tabla 2 resume las recomendaciones de American Association for Respiratory Care (AARC, Asociación Estadounidense de Asistencia Respiratoria) para la humidificación durante la asistencia respiratoria invasiva y no invasiva en todas las poblaciones.<sup>8</sup> La AARC recomienda utilizar un humidificador con calor en lugar de un intercambiador de calor y humedad en la ventilación no invasiva basándose en los datos que indican que mejora la comodidad y tolerancia del paciente.

**Tabla 2:** Recomendaciones de American Association for Respiratory Care sobre la humidificación durante la asistencia respiratoria invasiva y la no invasiva.<sup>8</sup>

Se recomienda la humidificación en <b>todos</b> los pacientes sometidos a ventilación invasiva.	Si proporcionan intercambiadores de calor y humedad a pacientes sometidos a ventilación invasiva, se sugiere utilizar un nivel <b>mínimo</b> de humedad de 30 mg H <sub>2</sub> O/L
Los humidificadores con calor se recomiendan en la <b>asistencia respiratoria no invasiva</b> , ya que pueden mejorar la adherencia a la terapia y la comodidad del paciente.	<b>No se recomiendan</b> los intercambiadores de calor y humedad en la ventilación no invasiva.
Se sugiere que el humidificador con calor alcance un nivel de humedad que oscile entre 33-44 mgH <sub>2</sub> O/L y 34-41 °C en la pieza en Y del circuito, y una humedad relativa del 100 %.	Los intercambiadores de calor y humedad <b>no se recomiendan</b> en pacientes con volúmenes tidales bajos (como cuando se utilizan estrategias de ventilación con protección pulmonar), debido a la <b>adición de espacio muerto</b> .
Debido a las características y mecanismos por los que funcionan los intercambiadores de calor y humedad, estos están <b>contraindicados</b> en algunos grupos de pacientes, como aquellos que presentan secreciones abiertamente sanguinolentas, o espesas y copiosas, un volumen tidal espirado <70 % del volumen tidal administrado, una temperatura corporal de <32 °C y aquellos tratados con ventilación no invasiva con grandes fugas en la máscara.	

Además de las contraindicaciones absolutas de los intercambiadores de calor y humedad especificadas por la AARC en pacientes que reciben ayuda ventilatoria, en la literatura existen muchos otros contextos en los que se han planteado importantes preocupaciones en torno al uso de los intercambiadores de calor y humedad.

#### PUNTOS CLAVE

- Añadir calor y humidificación a los gases administrados durante la asistencia respiratoria es beneficioso para los pacientes, independientemente del método de administración. Sin embargo, el beneficio de añadir calor y humedad se maximiza cuando el aire inspirado se aproxima a las condiciones fisiológicas normales.
- En las publicaciones no está actualmente contraindicado calentar y humidificar los gases respiratorios o conseguirlo utilizando un humidificador con calor. Hay muchos contextos en los que el uso del intercambiador de calor y humedad está contraindicado.

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.



## R4. Revisión: Implicaciones de la elección del dispositivo para el ventilador y en la mecánica pulmonar

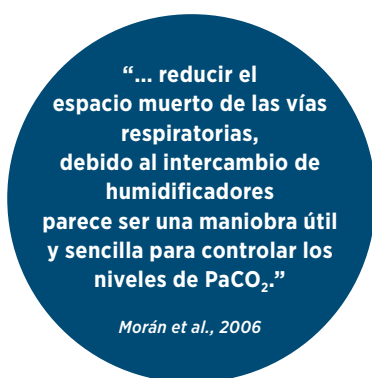
### INTRODUCCIÓN

Si bien los humidificadores con calor se colocan cerca del ventilador en el ramal inspiratorio del circuito, los intercambiadores de calor y humedad se colocan entre la pieza en Y y el paciente, cerca de las vías respiratorias.<sup>5</sup> La colocación de intercambiadores de calor y humedad puede aumentar la resistencia al flujo de aire no solo durante la inspiración, sino también durante la fase espiratoria.<sup>5</sup> En esta revisión se destacan las diferencias entre los humidificadores con calor y los intercambiadores de calor y humedad tanto en cuanto a la mecánica del ventilador como a la mecánica pulmonar, con especial atención a las repercusiones en el paciente.

### EFFECTOS SOBRE EL VENTILADOR

El uso de humidificadores con calor activos en pacientes sometidos a ventilación mecánica controlada por volumen permite utilizar volúmenes tidales más bajos en condiciones isocápnicas, en comparación con los intercambiadores de calor y humedad, lo que conlleva la reducción de la presión meseta en las vías respiratorias y de la presión de distensión.<sup>9,10</sup> En un estudio cruzado realizado en 18 pacientes con lesión cerebral y síndrome de distrés respiratorio agudo (ARDS), la sustitución del intercambiador de calor y humedad por un humidificador con calor permitió reducir la mediana del volumen tidal a 120 mL ( $P < 0,001$ , IC [intervalo de confianza] del 95 % [98, 144]), mientras que la presión meseta de las vías respiratorias y la presión de distensión se redujeron en 3,7 cmH<sub>2</sub>O ( $P < 0,001$ ; IC del 95 % [-29, -4,3]).<sup>10</sup> La reducción del volumen tidal y la presión de distensión se encuentran entre los factores modificables más importantes capaces de mejorar la supervivencia de los pacientes con ARDS.<sup>10</sup> Es importante destacar que en los pacientes con lesión cerebral esta estrategia no se asocia al desreclutamiento alveolar, la hipoxemia, los cambios en la perfusión cerebral o la alteración del flujo sanguíneo.<sup>10</sup>

En los pacientes que reciben ventilación con presión auxiliar, el uso de un humidificador con calor puede reducir las necesidades de presión auxiliar, en comparación con el intercambiador de calor y humedad, lo que puede ser de ayuda cuando se retira la ventilación mecánica.<sup>11,12</sup> Un estudio aleatorizado y cruzado realizado en 11 pacientes con insuficiencia respiratoria crónica halló que era necesario aumentar la ventilación con presión auxiliar de  $\geq 8$  cmH<sub>2</sub>O para compensar los efectos del uso de un intercambiador de calor y humedad en comparación con el uso de un humidificador con calor.<sup>11</sup>



### EFFECTOS SOBRE LOS PULMONES Y EL ESFUERZO INSPIRATORIO

En los pacientes sometidos a ventilación mecánica con un volumen controlado, utilizar humidificadores con calor en lugar de intercambiadores de calor y humedad reduce el espacio muerto total sin afectar al espacio muerto alveolar.<sup>9,10</sup> En un estudio realizado en 17 pacientes con lesión pulmonar aguda o ARDS (según los criterios de la Conferencia de Consenso Americano-Europea), la sustitución de los intercambiadores de calor y humedad por humidificadores con calor disminuyó significativamente los niveles de PaCO<sub>2</sub> (40 frente a 46 mmHg,  $P < 0,001$ ) y mejoró significativamente la distensibilidad del sistema respiratorio (42 frente a 35 mL/cmH<sub>2</sub>O,  $P < 0,001$ ).<sup>9</sup>

En comparación con los intercambiadores de calor y humedad, el uso de humidificadores con calor reduce el esfuerzo inspiratorio en los pacientes que reciben ventilación con presión auxiliar.<sup>11,12</sup> En el estudio de Girault et al. (2003), el cambio a un intercambiador de calor y humedad también produjo acidosis respiratoria grave, que no pudo compensarse aumentando la ventilación por minuto de 1,0 L/min ( $P < 0,005$ ).<sup>11</sup>

Los niveles de PaCO<sub>2</sub> significativamente más altos observados durante el uso de intercambiadores de calor y humedad en comparación con el de humidificadores con calor (de 1,5 o 1,9 kPa, según el nivel de ventilación con presión auxiliar, ambos  $P < 0,01$ ) también provocaron molestias respiratorias significativas en los pacientes.<sup>11</sup>

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.



## R4. Revisión: Implicaciones de la elección del dispositivo para el ventilador y en la mecánica pulmonar

### PUNTOS CLAVE

- La elección del dispositivo de humidificación puede tener consecuencias importantes para la gestión del ventilador.
- En comparación con los intercambiadores de calor y humedad, los humidificadores con calor permiten utilizar estrategias de ventilación con protección pulmonar y pueden mejorar la distensibilidad del sistema respiratorio.
- En comparación con los intercambiadores de calor y humedad, el uso de humidificadores con calor reduce las necesidades de presión auxiliar y reducen el esfuerzo inspiratorio.

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.



### INTRODUCCIÓN

La humidificación con calor reduce la necesidad de recuperar el calor y la humedad del gas espirado y minimiza la pérdida sistémica de calor y humedad.<sup>2</sup> Cuando el aire se administra a la humedad óptima, se mantienen la reología y el volumen normal de las secreciones de las vías respiratorias, se maximiza el aclaramiento mucociliar y se evitan las reacciones inflamatorias derivadas de los desequilibrios térmicos o de los fluidos dentro de las vías respiratorias.<sup>2</sup> Se favorece la ausencia de obstrucciones en las vías respiratorias y la distensibilidad pulmonar, por lo que se preserva la mecánica pulmonar.<sup>2</sup> La defensa óptima de las vías respiratorias por parte del sistema de transporte mucociliar solamente se produce cuando el gas inspirado se encuentra a temperatura y presión corporales saturadas (BTSP).<sup>2</sup>

Esta revisión se centra en evidencia clínica específica que demuestra la manera en que el uso de humidificadores con calor (HH) activos, en comparación con los intercambiadores de calor y humedad (HME) pasivos, influye sobre los resultados de los pacientes sometidos a ventilación mecánica.

### EVIDENCIA CLÍNICA EXTRAÍDA DE LA LITERATURA

#### SE REDUCE LA CARGA EN LAS VÍAS RESPIRATORIAS

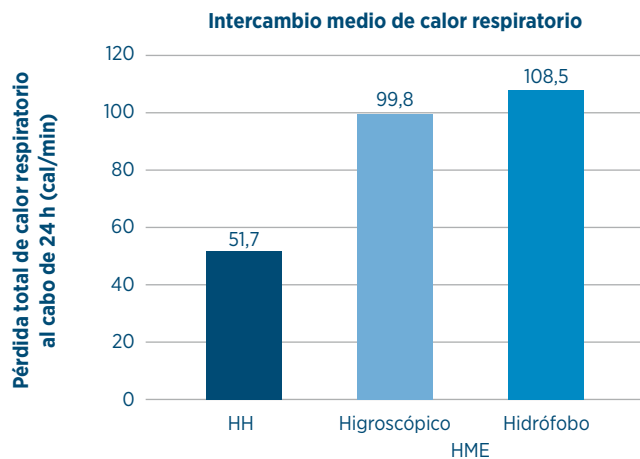
*Thomachot et al., 2001*

- Un estudio aleatorizado y cruzado realizado en 10 pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y sometidos a ventilación mecánica evaluó si, al cambiar la temperatura traqueal, se puede estimar con fiabilidad la pérdida total de calor respiratorio.
- Se ventiló a los pacientes durante tres períodos consecutivos de 24 horas con humidificadores con calor, intercambiadores de calor y humedad hidrófobos e intercambiadores de calor y humedad higroscópicos.
- La pérdida total de calor respiratorio fue significativamente menor con los humidificadores con calor que con ambos intercambiadores de calor y humedad ( $P < 0,01$ ).
- Los humidificadores con calor tuvieron un mejor rendimiento en lo que respecta a la maximización de la humedad relativa del gas inspirado y a la humedad absoluta.<sup>13</sup>

#### LA CALIDAD DE LAS SECRECIONES MEJORA *Martin et al., 1990*

- Un estudio prospectivo y aleatorizado realizado en 73 pacientes ingresados en la UCI y sometidos a ventilación mecánica comparó la seguridad y la eficacia de los intercambiadores de calor y humedad con filtro y de los humidificadores con calor.
- Se produjeron secreciones bronquiales espesas y tenaces el 4 % de los días en el grupo tratado con intercambiadores de calor y humedad en comparación con ningún día en el grupo tratado con humidificadores con calor ( $P < 0,02$ ).
- La oclusión de la cánula de traqueostomía se produjo en seis ocasiones en seis pacientes del grupo tratado con intercambiadores de calor y humedad, en comparación con ninguna oclusión en el grupo tratado con humidificadores con calor ( $P < 0,01$ ).
- La hipotermia se produjo en el 22 % de los días en el grupo tratado con intercambiadores de calor y humedad en comparación con el 12 % de los días en el grupo tratado con humidificadores con calor ( $P < 0,01$ ).
- Los autores concluyeron que los intercambiadores de calor y humedad no podían proporcionar la humidificación adecuada y en los pacientes con volúmenes por minuto  $>10$  L/min podría aumentar el riesgo de que se ocluyera el tubo endotraqueal. También señalaron que las instilaciones intratraqueales, por sí solas, no siempre proporcionan una protección suficiente contra las obstrucciones de las vías respiratorias.<sup>14</sup>

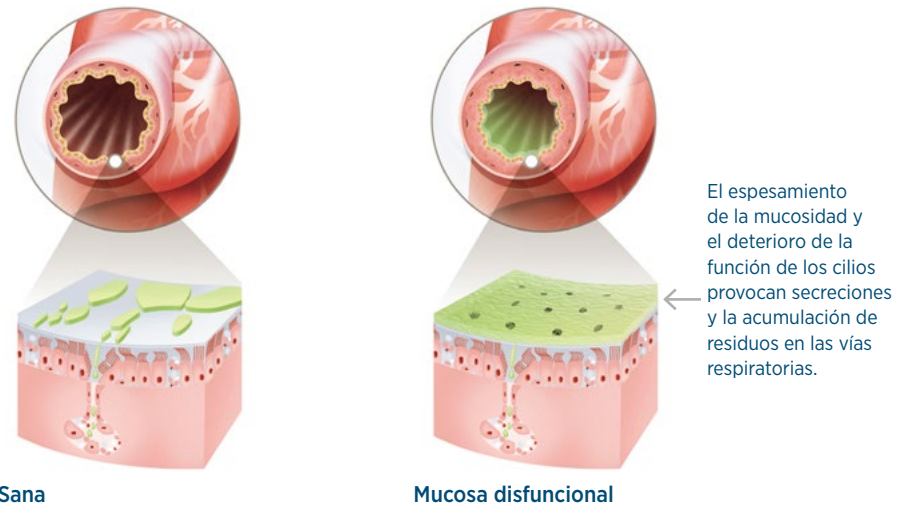
Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.



**Figura 6:** Pérdida media de calor respiratorio al cabo de 24 horas cuando se utiliza humidificación activa o pasiva. Datos obtenidos de Thomachot et al., 2001.<sup>13</sup>



## R5. Revisión: Humidificación con calor para todos



**Figura 7:** Las desviaciones respecto de la humedad óptima deterioran progresivamente el transporte mucociliar y pueden elevar el riesgo de obstrucción de las vías respiratorias.

### LA OBSTRUCCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS SE REDUCE EN LOS PACIENTES CON COVID-19 *GINESTRA ET AL., 2020*

- Informe de una experiencia multicéntrica en Pensilvania, EE. UU., antes y después de aplicar un protocolo revisado de gestión de las vías respiratorias de pacientes con COVID-19 ventilados mecánicamente.
- Al principio del brote de COVID-19, los centros empezaron a utilizar intercambiadores de calor y humedad, basándose en la percepción de que estos podrían reducir la exposición del personal sanitario.
  - Tras este cambio aumentaron los informes sobre complicaciones de las vías respiratorias.
  - Una revisión bibliográfica halló escasa evidencia clínica de que los intercambiadores de calor y humedad protegiesen al personal sanitario.
- Un protocolo revisado ordenó el uso de humidificadores con calor en lugar de intercambiadores de calor y humedad en todos los circuitos de los ventiladores: los nuevos y los existentes. En el plazo de 24 horas, a todos los pacientes ingresados en las UCI y tratados con ventilación mecánica les sustituyeron los intercambiadores de calor y humedad por humidificadores con calor.<sup>15</sup>
  - Una revisión retrospectiva en dos de los centros halló que, antes de revisarse el protocolo, el 36 % de los pacientes extubados de forma rutinaria necesitaban ser reintubados al cabo de 48 horas y que el 9,2 % de los pacientes presentaban obstrucción del tubo endotraqueal (TET) que necesitaba que se sustituyese urgentemente el TET.
  - Tras revisarse el protocolo, el número de reintubaciones disminuyó hasta el 9 % de los pacientes, y el número de obstrucciones del tubo endotraqueal que necesitaron una sustitución disminuyó hasta el 0,71 % de los pacientes.
  - En los últimos 19 días del estudio de 6 semanas no hubo ninguna reintubación durante las 48 horas siguientes a la extubación.

#### PUNTOS CLAVE

- En comparación con los intercambiadores de calor y humedad, la naturaleza independiente de los humidificadores con calor les permite maximizar la humedad del gas inspirado y minimizar la pérdida de calor respiratorio en los pacientes ventilados mecánicamente.
- En comparación con los intercambiadores de calor y humedad, el uso de humidificadores con calor en pacientes ventilados mecánicamente reduce la incidencia de oclusión artificial de las vías respiratorias.
- Estos efectos son especialmente importantes en aquellos pacientes que tienen afecciones que les exponen a un alto riesgo de que se produzcan complicaciones en las vías respiratorias (p. ej., con COVID-19).

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.

- El grado en que la desviación respecto de la humedad óptima afecta a la función de la mucosa depende del alcance y la duración de la desviación, así como de la salud del paciente.

- En comparación con los intercambiadores de calor y humedad, la naturaleza independiente de los humidificadores con calor les permite maximizar la humedad del gas inspirado y minimizar la pérdida de calor respiratorio en los pacientes ventilados mecánicamente.

- En las publicaciones no está actualmente contraindicado calentar y humidificar los gases respiratorios o conseguirlo mediante humidificadores con calor. Hay muchos contextos en los que está contraindicado el uso de intercambiadores de calor y humedad.

- En comparación con los intercambiadores de calor y humedad, los humidificadores con calor permiten utilizar estrategias de ventilación con protección pulmonar y mejoran la distensibilidad del sistema respiratorio.

- En comparación con los intercambiadores de calor y humedad, el uso de humidificadores con calor en pacientes ventilados mecánicamente reduce la incidencia de oclusión artificial de las vías respiratorias.

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.



## AARC

American Association for Respiratory Care.

## HUMEDAD ABSOLUTA (HA)

Cantidad de vapor de agua presente en el aire, independientemente de la temperatura (expresada en mg H<sub>2</sub>O/L).

## ACIDOSIS

Exceso de ácido en los líquidos corporales (pH bajo <7,35). La acidosis respiratoria puede estar causada por la expulsión deficiente y la consiguiente acumulación de dióxido de carbono.

## SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO (ARDS)

Síndrome en el que el sistema respiratorio falla en una o ambas de sus funciones de intercambio de gases: oxigenación y eliminación de dióxido de carbono.

## INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA (IRA)

Disminución de la captación de oxígeno que baja el nivel de oxígeno en la sangre (hipoxemia) y disminuye la eliminación de dióxido de carbono, lo que puede provocar un alto nivel de dióxido de carbono (hipercapnia).

## ALVÉOLOS

Diminutos sacos de aire situados en el interior de los pulmones y en los cuales entra el oxígeno y de los cuales sale el dióxido de carbono procedente del torrente sanguíneo.

## ATELECTASIA

Disminución o ausencia de aire dentro del pulmón, que provoca la pérdida del volumen pulmonar.

## TEMPERATURA Y PRESIÓN CORPORALES SATURADAS (BTSP)

Estado de la temperatura corporal, la presión ambiental y el vapor de agua saturado (100 % de humedad relativa).

## CILIOS

Estructuras parecidas a pelos, ubicadas en la superficie de las células epiteliales del tracto respiratorio.

## ESPACIO MUERTO

Volumen de gas que no participa en el intercambio de gases; es normal en las vías inspiratoria y espiratoria. Existen diferentes tipos de espacios muertos, entre ellos:

- Espacio muerto alveolar: Alvéolos ventilados, pero no perfundidos, por lo que no pueden suministrar oxígeno a la sangre.
- Espacio muerto anatómico: Volumen de gas situado dentro de la zona de distensión de los pulmones y las vías respiratorias superiores (cantidad de volumen que no entra en los alvéolos).
- Espacio muerto instrumental (también denominado “aparato” o “mecánico”): Volumen debido a la presencia de equipos que provocan la reinhalación de gases.
- Espacio muerto fisiológico: Espacio muerto anatómico y alveolar.

## PUNTO DE ROCÍO

Temperatura a la que el aire está totalmente saturado de vapor de agua (100 % de humedad relativa), por debajo de la cual el vapor de agua se condensa para formar agua líquida.

## TUBO ENDOTRAQUEAL (TET)

Vía respiratoria artificial que se inserta en las vías respiratorias traqueobronquiales de un paciente a través de la boca o la nariz y que pasa por las cuerdas vocales. El extremo externo del tubo se conecta a un reanimador manual o a un circuito conectado a un ventilador.

## EXTUBACIÓN

Retirada de un tubo endotraqueal (TET) de las vías respiratorias de un paciente.

## CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL (CRF)

Volumen de aire que permanece en los pulmones tras una fase espiratoria típica; es importante para mantener los pulmones abiertos tras la espiración y continuar el intercambio de gases pasivo.

## HUMIDIFICADOR CON CALOR (HH)

Dispositivo que añade activamente calor y vapor de agua al gas inspirado a través de fuentes externas.

## INTERCAMBIADOR DE CALOR Y HUMEDAD (HME)

Dispositivo de humidificación pasiva diseñado para recoger y retener parte del calor y la humedad de la respiración exhalada del paciente y devolverlos a la mezcla de gas inspirado durante la inspiración.

## INTUBACIÓN

La inserción de un tubo endotraqueal (TET) en la tráquea.

## LÍMITE DE SATURACIÓN ISOTÉRMICA (LSI)

Punto dentro del tracto respiratorio en el que el aire inspirado se acondiciona a la temperatura corporal y al 100 % de humedad relativa, y por debajo del cual el acondicionamiento del aire permanece constante.

## VENTILACIÓN INVASIVA

Uso de vías respiratorias artificiales invasivas para estimular o sustituir mecánicamente la respiración espontánea cuando un paciente es incapaz de hacerlo. A menudo se utiliza indistintamente con la ventilación mecánica.

## SISTEMA DE TRANSPORTE MUCOCILIAR (MTS)

Sistema de defensa de las vías respiratorias que atrapa los agentes contaminantes dentro de la mucosidad y los transporta fuera de las vías respiratorias mediante la vibración de los cilios.

## VENTILACIÓN NO INVASIVA (NIV)

Administración de asistencia ventilatoria con presión positiva, sin necesidad de recurrir a vías respiratorias artificiales invasivas.

## HUMEDAD ÓPTIMA

Estado en el que el gas inspirado se calienta y humidifica dentro de las vías respiratorias. En un paciente normotérmico, es de 37 °C y 44 mg H<sub>2</sub>O/L (BTSP).

## PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO ARTERIAL (PaO<sub>2</sub>)

La parte de la presión total del gas sanguíneo ejercida por el gas oxígeno: una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre y de la capacidad del dióxido de carbono para salir del organismo.

## PRESIÓN PARCIAL DE DIÓXIDO DE CARBONO (PaCO<sub>2</sub>)

La presión parcial de dióxido de carbono en la sangre arterial; uno de los componentes medidos en la gasometría arterial y que diagnostica la hipercapnia.

## VÍAS RESPIRATORIAS LIBRES DE OBSTRUCCIONES

Vía respiratoria abierta y despejada.

## PRESIÓN MÁXIMA DE INSPIRACIÓN (PIP)

La máxima presión aplicada a los pulmones durante la inspiración.

## PRESIÓN ESPIRATORIA FINAL POSITIVA (PEEP)

En el contexto de un sistema de administración de presión positiva en las vías respiratorias, la PEEP es la presión positiva en las vías respiratorias que se administra durante la fase espiratoria del ciclo respiratorio.

## ENSAYO CONTROLADO Y ALEATORIZADO (ECA)

A los participantes les asignan al azar recibir o no intervenciones clínicas, con el objetivo de comparar determinados resultados entre los grupos. Este proceso pretende reducir las fuentes de sesgo.

## HUMEDAD RELATIVA (HR)

Cantidad de vapor de agua presente en el aire, expresada en porcentaje de la cantidad necesaria para la saturación a la misma temperatura.

## FRECUENCIA RESPIRATORIA

El número de respiraciones efectuadas durante un período de tiempo determinado.

## SATURACIÓN

Describe el estado de un gas que se encuentra al 100 % de humedad relativa.

## VOLUMEN TIDAL (V<sub>T</sub>)

El volumen inspirado o espirado en cada respiración.

## TRAQUEOSTOMÍA

Abertura artificial a través del cuello y hacia la tráquea.

## ESFUERZO RESPIRATORIO (WOB)

La fuerza necesaria para expandir el pulmón en contra de sus propiedades elásticas.

# PRINCIPALES REFERENCIAS

1. Jackson C. Humidification in the upper respiratory tract: a physiological overview. *Intensive Crit Care Nurs.* 1996; 12(1):27-32.
2. Williams RB, Rankin N, Smith T, Galler D, Seakins P. Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of airway mucosa. *Crit Care Med.* 1996;24(11):1920-9.
3. Schulze A. Respiratory gas conditioning and humidification. *Clin Perinatol.* 2007;34(1):19-33.
4. Ryan SN, Rankin N, Meyer E, Williams R. Energy balance in the intubated human airway is an indicator of optimal gas conditioning. *Crit Care Med.* 2002 Feb;30(2):355-61.
5. Al Ashry HS, Modrykamien AM. Humidification during mechanical ventilation in the adult patient. *Biomed Res Int.* 2014/06/25. 2014;2014:715434.
6. Dawson JA, Owen LS, Middleburgh R, Davis PG. Quantifying temperature and relative humidity of medical gases used for newborn resuscitation. *J Paediatr Child Health.* 2014 Jan;50(1):24-6.
7. Lellouche F, Taillé S, Lefrançois F, Deye N, Maggiore SM, Jouvet P, et al. Humidification performance of 48 passive airway humidifiers: comparison with manufacturer data. *Chest.* 2009 Feb;135(2):276-86.
8. Restrepo RD, Walsh BK. AARC Clinical Practice Guideline. Humidification during invasive and noninvasive mechanical ventilation: 2012. *Respir Care.* 2012 May;57(5):782-8.
9. Morán I, Bellapart J, Vari A, Mancebo J. Heat and moisture exchangers and heated humidifiers in acute lung injury/ acute respiratory distress syndrome patients. Effects on respiratory mechanics and gas exchange. *Intensive Care Med.* 2006 Apr;32(4):524-31.
10. Pitoni S, D'Arrigo S, Grieco DL, Idone FA, Santantonio MT, Di Giannatale P, et al. Tidal Volume Lowering by Instrumental Dead Space Reduction in Brain-Injured ARDS Patients: Effects on Respiratory Mechanics, Gas Exchange, and Cerebral Hemodynamics. *Neurocrit Care.* 2020 Apr 22;1-10.
11. Girault C, Breton L, Richard J-C, Tamion F, Vandelet P, Aboab J, et al. Mechanical effects of airway humidification devices in difficult to wean patients\*. *Crit Care Med.* 2003; 31(5):1306-11.
12. Lucato JJJ, Cunha TMND, Reis AMD, Picanço PSA, Barbosa RCC, Liberali J, et al. Ventilatory changes during the use of heat and moisture exchangers in patients submitted to mechanical ventilation with support pressure and adjustments in ventilation parameters to compensate for these possible changes: a self-controlled intervention study in humans. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2017;29(2):163-70.
13. Thomachot L, Viviani X, Lagier P, Dejode JM, Albanèse J, Martin C. Measurement of tracheal temperature is not a reliable index of total respiratory heat loss in mechanically ventilated patients. *Crit Care.* 2000/12/08. 2001;5(1):24-30.
14. Martin C, Perrin G, Gevaudan MJ, Saux P, Gouin F. Heat and moisture exchangers and vaporizing humidifiers in the intensive care unit. *Chest.* 1990 Jan;97(1):144-9.
15. Ginestra JC, Atkins J, Mikkelsen M, Mitchell OJL, Gutsche J, Jablonski J, et al. The I-READI Quality and Safety Framework: A Health System's Response to Airway Complications in Mechanically Ventilated Patients with Covid-19. *NEJM Catal.* 2021 Nov 7;2(1).

Todos los resúmenes de los artículos clínicos han sido redactados de forma independiente por Biowrite Solutions. Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir cualquier parte de esta publicación, mediante cualquier procedimiento y en cualquier idioma, sin el consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni Biowrite Solutions ni Fisher & Paykel Healthcare se hacen responsables de la exactitud de la información, ni de los errores, omisiones o inexactitudes, ni de las consecuencias derivadas de los mismos.

Para obtener más información, póngase en contacto con el representante local de Fisher & Paykel Healthcare