

Humidificación con calor para profesionales sanitarios que tratan a enfermos de COVID-19

La humidificación con calor con los circuitos Evaqua™ 2 de F&P facilita que exista un sistema cerrado. Un sistema cerrado reduce la probabilidad de que se aerosolicen partículas infectadas en el entorno sanitario, lo que reduce el riesgo para el personal sanitario.

Resumen de puntos clave

- Todos los enfermos de COVID-19 que requieren asistencia respiratoria tienen una alta concentración vírica que aumenta el riesgo de infección para el personal sanitario. Esto es especialmente preocupante con los procedimientos o terapias de aerosolización o generación de gotitas. Abrir el circuito del respirador de los enfermos de COVID-19 tratados con ventilación invasiva aumenta el riesgo de que haya partículas suspendidas infectadas en el entorno sanitario, lo que plantea un riesgo para el personal sanitario. Por lo tanto, se deben utilizar estrategias de control de infección adecuadas. El uso de un humidificador con calor reduce la cantidad de interrupciones del circuito necesarias con respecto a la humidificación pasiva con intercambiador de calor y humedad (HME), lo que reduce el riesgo de aerosoles.
- La humidificación con calor crea vapor de agua en un sistema cerrado. No genera gotitas en aerosol. El vapor de agua no puede transportar COVID-19 ni otras partículas víricas o bacterianas.
- Los circuitos de los respiradores que están diseñados para reducir considerablemente la condensación (es decir, los circuitos Evaqua 2 de F&P) reducen la necesidad de interrumpir el circuito en comparación con los circuitos con calor convencionales. Esto también reduce el riesgo de transmitir COVID-19 al entorno y al personal sanitario.
- Los circuitos de los respiradores que también se pueden usar para ventilación no invasiva (NIV) y alto flujo nasal (NHF) (una vez que los enfermos de COVID-19 son extubados) simplifican los requisitos del equipo y reducen el riesgo de infección que existe al manejar múltiples circuitos. Con esto también se ahorra considerablemente en consumibles.
- Los enfermos de COVID-19 conectados a un respirador, requieren estrategias de ventilación con protección pulmonar, incluida la reducción máxima del espacio muerto en el instrumental. Se recomienda la humidificación con calor frente al NHF porque las publicaciones clínicas muestran que el uso de la humidificación con calor puede mejorar la ventilación con protección pulmonar, ya que:
 - o reduce la PaCO_2
 - o reduce la presión estable
 - o reduce los volúmenes tidales
 - o aumenta la ventilación alveolar
- Los enfermos de COVID-19 en estado crítico que padezcan enfermedad respiratoria grave, necesitan altos niveles de humedad que faciliten la regulación de la secreción, promuevan una ventilación e intercambio de gases eficiente y preserven una función mucociliar óptima.

La humidificación con calor produce vapor de agua, que no representa un riesgo de infección para el personal sanitario.

1. La humidificación con calor reduce la necesidad de interrupciones en el circuito, lo que reduce el riesgo de infección por contaminación cruzada y facilita que exista un sistema cerrado

El uso de humidificación con calor reduce la necesidad de interrumpir el circuito. Cada interrupción en el circuito aumenta el riesgo de contaminación cruzada o infección para el personal sanitario que trata a los enfermos de COVID-19.

- o La humidificación con calor mejora la expulsión de secreciones y reduce las secreciones espesas con respecto a la humidificación pasiva, lo cual disminuye la cantidad de veces que necesitará abrirse un circuito de ventilación para retirar las secreciones espesas.
- o Puede que haya que cambiar con frecuencia los HME con filtros debido a que las secreciones se vuelvan espesas y los filtros se humedezcan (lo que reduce la eficiencia de la filtración). Esto requiere que el circuito se rompa.
- o Los circuitos de humidificación con calor que permiten que el vapor de agua o la humedad se difunda a través del material (circuitos Evaqua 2 de F&P) se han probado para garantizar que los patógenos víricos y bacterianos no puedan penetrar ni dispersarse a través del material, y que solo pueda hacerlo el vapor de agua.
- o Las interrupciones en el circuito son inevitables tanto con la humidificación activa como pasiva. La humidificación activa puede permitir al personal sanitario reducir la cantidad de interrupciones del circuito, promoviendo un sistema cerrado y disminuyendo el riesgo de contaminación cruzada.

2. La humidificación con calor genera vapor de agua (no aerosoles) que no puede transportar virus ni bacterias

Los humidificadores con calor representan una forma activa de humidificación, que calienta el gas respiratorio dentro de la cámara de humidificación y suministra partículas de vapor de agua al paciente¹⁻². El proceso de evaporación genera una distribución molecular del agua en el aire. Debido al carácter molecular de la distribución del agua y al tamaño de las moléculas de vapor de agua (~0,0001 micras), las partículas de vapor de agua son demasiado pequeñas para transportar bacterias o virus³. Las gotitas de agua en aerosol pueden transportar estos patógenos y es la razón por la cual las guías de prácticas clínicas de COVID-19 recomiendan estrategias de control de infecciones para procedimientos que generan aerosoles, como la intubación, la nebulización y la broncoscopia. La humidificación con calor para ventilación invasiva no es un procedimiento de aerosolización y, como tal, no se incluye como un procedimiento generador de aerosoles para pacientes con ventilación invasiva en las guías de la COVID-19⁴.



3. Los circuitos Evaqua 2 de F&P reducen significativamente la condensación en comparación con los circuitos convencionales con humidificador con calor. Se pueden reducir las interrupciones del circuito, disminuir el riesgo de transmisión y facilitar un sistema cerrado

Los circuitos con tecnología más nueva pueden reducir considerablemente la condensación porque el material permite que el vapor de agua se difunda a través de la pared del circuito. Este material de los circuitos Evaqua 2 F&P se ha diseñado y probado para garantizar que los virus y las bacterias no puedan penetrar ni difundirse a través del material y que solo pueda hacerlo el vapor de agua. La condensación del ramal inspiratorio puede drenarse de vuelta a la cámara de humidificación, evitando la necesidad de abrir el circuito.

4. El personal sanitario puede usar el mismo circuito de ventilación invasivo para NIV y NHF en pacientes extubados, lo que reduce la cantidad de residuos contaminados que deben manipular.

La humidificación con calor permite el uso de un circuito común para ventilación invasiva, ventilación no invasiva y NHF. Su reutilización en diferentes aplicaciones simplifica el equipo necesario y evita que cada paciente requiera varios circuitos. Por ejemplo, la NIV de vía doble se puede realizar usando el mismo circuito, o se puede separar el ramal espiratorio para dejar el ramal inspiratorio para la NIV y la NHF de vía única.

Ventajas de la humidificación con calor para enfermos de COVID-19 conectados a un ventilador

5. Los enfermos de COVID-19 en estado crítico que padezcan enfermedad respiratoria grave, necesitan altos niveles de humedad que faciliten la regulación de la secreción, promuevan una ventilación y un intercambio de gases eficiente y garanticen una función mucociliar óptima

Las vías respiratorias superiores calientan y humedecen de forma natural el aire inhalado a 37 °C y al 100 % de humedad relativa (44 mg/L de humedad absoluta)⁵⁻⁷. Se ha demostrado que la ventilación invasiva de un paciente con niveles más bajos de calor y humedad tiene los siguientes efectos adversos:

- o Disfunción del sistema de transporte mucociliar^{5,7}
- o Deshidratación de las vías respiratorias⁸
- o Obstrucciones en el TET⁹⁻¹¹
- o Secreciones espesas y difíciles de aspirar¹²
- o Aumento de los índices de neumonía asociada al respirador (NAR)¹³

Los humidificadores con calor tienen como objetivo proporcionar niveles óptimos de calor y humedad a los pacientes (37 °C, 44 mg/L). Los HME logran un nivel de humedad máximo de 32-33 mg/L y muchos producen menos de 30 mg/L¹⁴. El uso de un HME proporciona a los pacientes niveles de humedad considerablemente más bajos que un humidificador con calor, y los estudios muestran que, administrar solo un 10 % menos de humedad durante 15 minutos, puede tener un efecto significativo sobre la función mucociliar⁷.

6. La humidificación con calor proporciona humidificación sin aumentar el espacio muerto en el instrumental, un requisito esencial para una ventilación eficaz con protección pulmonar

Los enfermos de COVID-19 requieren estrategias de ventilación con protección pulmonar. En comparación con los HME, la humidificación con calor puede permitir que los pacientes reciban ventilación con un volumen tidal reducido (V_T), disminuyendo la presión parcial de dióxido de carbono ($PaCO_2$) y las presiones estables (P_{plat}), lo que deriva en un aumento de la ventilación alveolar y del intercambio de gases. Estos pacientes requieren una humidificación que no añada espacio muerto en el instrumental y solo la humidificación con calor puede lograrlo.

La ventilación con protección pulmonar es una combinación de ajustes de ventilación y procedimientos relacionados que pueden tener un efecto directo sobre la mortalidad¹⁵⁻¹⁹. Un aspecto esencial de la ventilación con protección pulmonar es minimizar el espacio muerto en el instrumental, para que se pueda conseguir un efecto importante en el trabajo respiratorio, el intercambio de gases y la ventilación alveolar^{16, 20-25}. Varias guías de prácticas clínicas recomiendan ventilación con protección pulmonar en enfermos de COVID-19 con ventilación invasiva, o aquellos que cumplen los criterios del SDRA^{4, 26}.

- El uso de un humidificador con calor no añade ningún espacio muerto en el instrumental, mientras que un HME puede añadir hasta 100 mL de espacio muerto. Varios estudios han demostrado que la reducción del espacio muerto gracias al uso de un humidificador con calor puede tener un efecto significativo en el intercambio de gases, junto con una disminución de la $PaCO_2$ proporcional a la reducción del espacio muerto²¹⁻²⁵. Prat et al.²³ demostraron que, al usar un humidificador con calor en lugar de un HME, se obtenía una disminución de la $PaCO_2$ (80 a 63 mmHg) sin cambiar ningún otro ajuste.
- Moran et al.²² demostraron que el uso de un humidificador con calor frente a un HME tenía la capacidad de disminuir el volumen tidal (V_T) en 81 mL, la presión máxima (P_{peak}) en 7 cmH₂O y la presión constante (P_{plat}) en 4 cmH₂O

7. La humidificación con calor puede permitir una retirada más eficaz en pacientes con dificultad de retirada en comparación con los HME

Los enfermos de COVID-19 probablemente serán difíciles de desconectar de la ventilación mecánica debido a la naturaleza de la enfermedad y al desarrollo probable del síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). La humidificación con calor reduce el espacio muerto y la resistencia al flujo para lograr una retirada optimizada en comparación con HME²⁰.

Girault et al.²⁰ comparó el uso de HME y de humidificación con calor en pacientes con dificultad de retirada. Descubrieron que el uso de HME requería un aumento de la presión de apoyo de 8 cmH₂O en el grupo de HME en comparación con el grupo de humidificación con calor. El estudio recomendó no usar HME en este grupo de pacientes.

Referencias bibliográficas

1. Gillies, D., Todd, D. A., Foster, J. P. & Batuwitige, B. T. Heat and moisture exchangers versus heated humidifiers for mechanically ventilated adults and children. *Cochrane Database Syst. Rev.* 9, CD004711–CD004711 (2017).
2. Schulze, A. Respiratory gas conditioning in infants with an artificial airway. *Semin. Neonatol.* 7, 369–377 (2002).
3. Schulze, A. Respiratory gas conditioning and humidification. *Clin. Perinatol.* 34, 19–33 (2007).
4. The Australia and New Zealand Intensive Care Society (ANZICS). (2020, March 26). ANZICS COVID-19 Guidelines. Retrieved from <https://www.anzics.com.au/coronavirus-guidelines/>
5. Williams, R., Rankin, N., Smith, T., Galler, D., & Seakins, P. (1996). Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of airway mucosa. *Critical Care Medicine*, 24(11), 1920-1929.
6. Ryan, S. N., Rankin, N., Meyer, E., & Williams, R. (2002). Energy balance in the intubated human airway is an indicator of optimal gas conditioning. *Critical Care Medicine*, 30(2), 355-361.
7. Tatkov, S., & Pack, R. J. (2011). Symmetrical-Waveform High-Frequency Oscillation Increases Artificial Mucus Flow Without Changing Basal Mucus Transport in In Vitro Ovine Trachea. *Respiratory Care*, 56(4), 435-441.
8. Branson, R. D. (2000). Preventing Moisture Loss from Intubated Patients. *Clinical Pulmonary Medicine*, 7(4), 187-198.
9. Branson, R. D. (2007). Secretion Management in the Mechanically Ventilated Patient. *Respiratory Care*, 52(10), 1328-1347.
10. Doyle, A., Joshi, M., Frank, P., Craven, T., Moondi, P., & Young, P. (2011). A change in humidification system can eliminate endotracheal tube occlusion. *Journal of Critical Care*, 26, 637.e1-637.e4.
11. Wilsom, A. M., Gray, D. M., & Thomas, J. (2009). Increases in Endotracheal Tube Resistance Are Unpredictable Relative to Duration of Intubation. *Chest*, 136(4), 1006-1013.
12. Robinson, M., & Bye, P. T. (2002). Mucociliary Clearance in Cystic Fibrosis. *Paediatric Pulmonology*, 33, 293-306.
13. Lorente, L., Lecuona, M., Jimenez, A., Lora, M. L., & Sierra, A. (2006). Ventilator-associated pneumonia using a heated humidifier or a heat and moisture exchanger: a randomized controlled trial. *Critical Care*, 10.
14. Lellouche, F., Taille, S., Lefrancois, F., Deye, N., Maggiore, S. M., Jouviet, P., Brochard, L. (2009). Humidification Performance of 48 Passive Airway Humidifiers. *Chest*, 135(2), 276-286.
15. Fan, E., Brodie, D., & Slutsky, A. S. (2018). Acute Respiratory Distress Syndrome: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA*, 319(7), 698-710.
16. Lellouche, F., & Lipes, J. (2013). Prophylactic protective ventilation: lower tidal volumes for all critically ill patients? *Intensive Care Medicine*, 39, 6-15.
17. Papazian, L., Aubron, C., Brochard, L., Chiche, J.-D., Combes, A., Dreyfuss, D., Faure, H. (2019). Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. *Annals of Intensive Care*, 9(69), 1-18.
18. Griffiths, M. J., McAuley, D. F., Perkins, G. D., Barrett, N., Blackwood, B., Boyle, A., Baudoin, S. V. (2019). Guidelines on the management of acute respiratory distress syndrome. *BMJ Open Respiratory Research*, 6, 1-27.
19. Chu, D. K., Kim, L.-Y., Young, P. J., Zamiri, N., Almenawer, S. A., Jaeschke, R., Alhazzani, W. (2018). Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 391, 1693-1705.
20. Girault, C., Breton, L., Richard, J.-C., Tamion, F., Vandelet, P., Aboab, J., Bonmarchand, G. (2003). Mechanical effects of airway humidification devices in difficult to wean patients. *Critical Care Medicine*, 31(5), 1306-1311.
21. Campbell, R. S., Davis, K., Johannigman, J. A., & Branson, R. D. (2000). The Effects of Passive Humidifier Dead Space on Respiratory Variables in Paralyzed and Spontaneously Breathing Patients. *Respiratory Care*, 45(3), 306-312.
22. Moran, I., Bellapart, J., Vari, A., & Mancebo, J. (2006). Heate and moisture exchangers and heated humidifiers in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients. Effects on respiratory mechanics and gas exchange. *Intensive Care Medicine*, 32, 524-531.
23. Prat, G., Renault, A., Tonnelier, J.-M., Goetghebeur, D., Oger, E., Boles, J.-M., & L'Her, E. (2003). Influence of the humidification device during acute respiratory distress syndrom. *Intensive Care Medicine*, 29, 2211-2215.
24. Prin, S., Chergui, K., Augarde, R., Page, B., Jardin, F., & Vieillard-Baron, A. (2002). Ability and safety of a heated humidifier to control hypercapnic acidosis in severe ARDS. *Intensive Care Medicine*, 28, 1756-1760.
25. Hinkson, C. R., Benson, M. S., Stephens, L. M., & Deem, S. (2006). The Effects of Apparatus Dead Space on PaCO₂ in Patients Receiving Lung-Protective Ventilation. *Respiratory Care*, 51(10), 1140-1144.
26. World Health Organisation. (2020, March 26). Clinical management of severe acute respiratory distress infection when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected. Retrieved from [https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected](https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected)