

COVID-19 환자를 관리하는 의료 전문가를 위한 가온 가슴

F&P Evaqua™ 2 회로를 통한 가온 가슴은 폐쇄 시스템을 활용합니다. 폐쇄 시스템은 감염 입자가 에어로졸을 통해 의료 환경으로 유입될 위험을 줄이며, 이는 의료진의 위험을 줄이는 데 도움이 됩니다.

핵심 요약

- 호흡보조가 필요한 모든 COVID-19 환자들은 의료진의 감염 위험을 증가시키는 바이러스 부하가 높습니다. 이는 특히 에어로졸 또는 비말 발생 시술/요법과 관련하여 문제가 됩니다. 침습성 환기요법을 받는 COVID-19 환자에게 환기 장치 회로를 개방하는 것은 감염 입자가 에어로졸을 통해 의료 환경에 유입될 위험을 증가시키며, 이는 의료진에게 위험을 초래합니다. 따라서 적절한 감염 관리 전략을 사용해야 합니다. 가온 가슴기를 사용하면 열/수분 교환기(HME)를 사용하는 피동 가슴에 비해 필요한 회로 개방 횟수를 줄여주며, 이를 통해 에어로졸의 위험을 줄입니다.
- 가온 가슴은 폐쇄 시스템 내로 수증기를 생성합니다. 에어로졸 비말을 발생시키지 않습니다. 수증기는 COVID-19 또는 기타 바이러스 또는 박테리아 입자를 전파하지 않습니다.
- 응축액을 크게 줄이도록 설계된 환기 장치 회로(즉 F&P Evaqua 2 회로)는 일반 가열 회로와 비교했을 때 회로 개방 필요성을 줄여줍니다. 또한 이를 통해 COVID-19가 환경 및 의료진에게 전파될 위험을 줄입니다.
- 비침습성 환기(NIV) 및 비강 고유량(NHF)에도 사용할 수 있는 환기 장치 회로(COVID-19 환자의 발관 이후)는 장비 필요성을 간소화하여 여러 회로를 취급할 때 발생하는 감염 위험을 줄입니다. 또한 이를 통해 유용한 소모품 자원을 절약합니다.
- 환기요법을 받는 COVID-19 환자에게는 폐 보호 환기 전략이 필요하며, 여기에는 기구 사강면적의 감소 극대화가 포함됩니다. 가온 가슴기는 임상 문헌에서 가온 가슴기의 사용이 폐 보호 환기를 개선하는 것으로 나타났기 때문에 HME에 비해 권장됩니다:
 - PaCO₂ 감소
 - 정체기압력 감소
 - 1회 환기량 감소
 - 폐포 환기요법 증가
- 중증 호흡기 질병으로 인해 위독한 COVID-19 환자들은 분비물 관리를 보조하고, 효율적인 환기 및 가스 교환을 원활히 하며, 최적의 점액 섬모 기능을 유지하기 위해 높은 수준의 가슴이 필요합니다.

가온 가습은 의료진의 감염 위험을 야기하지 않는 수증기를 생성합니다

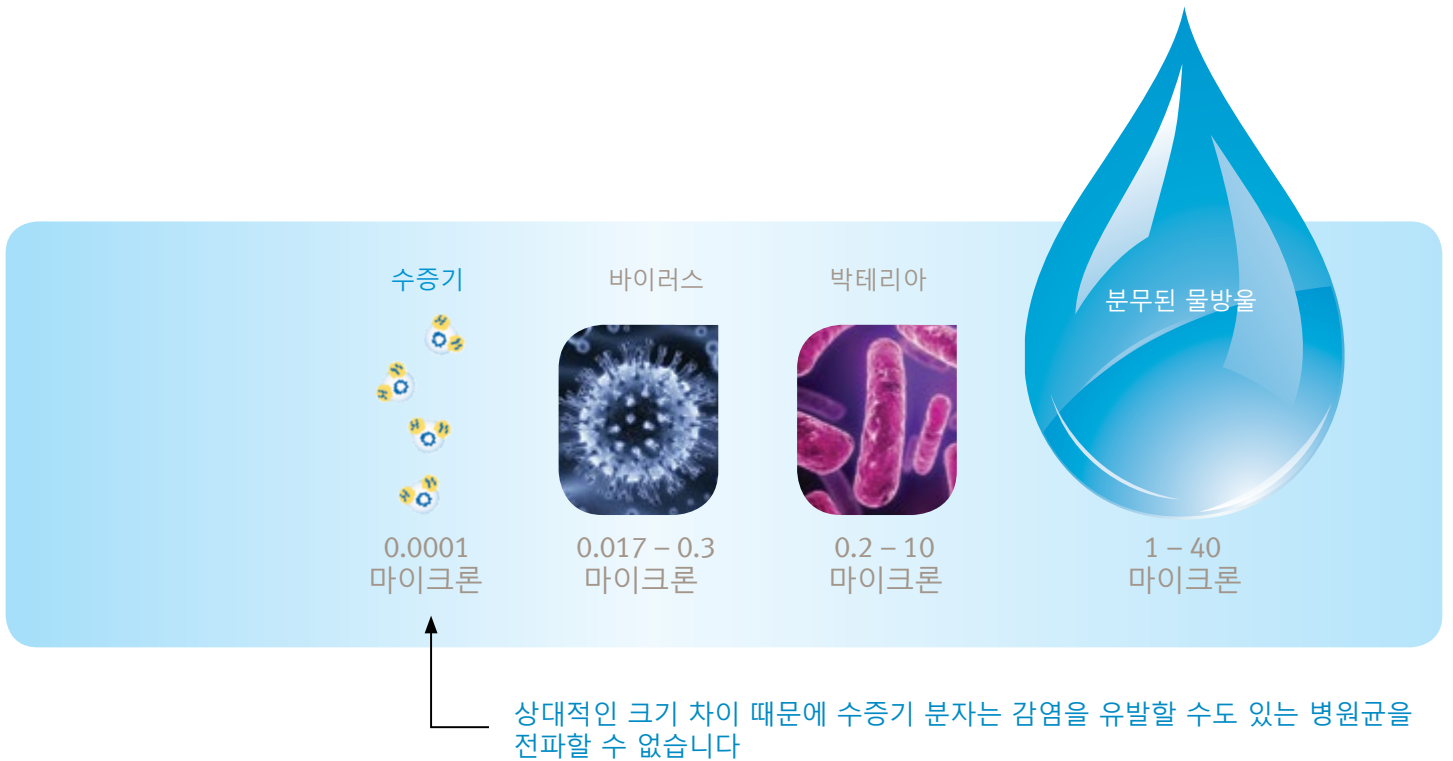
1. 가온 가습은 회로 개방 필요성을 줄여 교차 감염에서 비롯되는 감염 위험을 줄여주며 폐쇄 시스템을 활용합니다

가온 가습을 사용하면 회로 개방 필요성을 줄여줍니다. 모든 회로 개방은 교차 감염 또는 COVID-19 환자를 치료하는 의료진의 감염 위험을 높입니다.

- 가온 가습은 수동 가습과 비교했을 때 분비물 청소를 개선하고 점성 분비물을 줄입니다. 이는 점성 분비물을 관리하기 위해 인공호흡기 회로의 개방 횟수를 줄여줍니다.
- 필터를 사용하는 HME는 점성 분비물 및 필터의 습기(여과 효율성을 감소시킴)로 인해 자주 교체해야 할 수 있습니다. 이 때 회로 개방이 필요합니다.
- 물질을 통해 수증기/습기가 배출되도록 하는 가열 가습 회로(F&P Evaqua 2 회로)는 바이러스 및 박테리아 병원균이 물질을 통해 침투 또는 확산될 수 없고 수증기만 가능하도록 검사되었습니다.
- 회로 개방은 능동 또는 수동 가습에서는 불가피합니다. 능동 가습은 의료진이 회로 개방 총량을 줄일 수 있도록 폐쇄 시스템을 활용하고 교차 감염 위험을 감소시킵니다.

2. 가온 가습은 바이러스 또는 박테리아를 전파할 수 없는 수증기(에어로졸이 아님)를 발생시킵니다

가온 가습기는 가습 물통 내에서 호흡 가스를 가열하고 환자에게 수증기 입자를 전달하는 능동 가습 유형을 대표합니다^{1,2}. 증발 과정은 물 분자가 공기 중으로 확산되도록 합니다. 물의 분자적 특성 및 수증기 분자의 크기 (~ 0.0001 마이크로)로 인하여, 수증기 분자는 박테리아 또는 바이러스를 전파하기에는 너무 작습니다³. 에어로졸 수분 비말은 이러한 병원균을 나를 수 있으며, COVID-19 임상 가이드라인이 삼관, 분무 및 기관지경술 등의 에어로졸 발생 절차에서 감염 관리 전략을 권장하는 이유입니다. 침습성 환기요법을 위한 가온 가습은 에어로졸 발생 절차가 아니며, 따라서 COVID-19 가이드라인의 침습성 환기요법을 받는 환자에 대한 에어로졸 발생 절차에 포함되지 않습니다⁴.



3. F&P Evaqua 2 회로는 종래의 가온 가슴기 회로에 비해 응축액을 크게 감소시킵니다. 회로 개방을 줄일 수 있으며, 전파 위험을 줄이고 폐쇄 시스템을 활용합니다

신기술의 회로는 응축액을 크게 줄일 수 있는데, 그 이유는 물질을 통해 수증기가 회로 벽으로 확산되기 때문입니다. F&P Evaqua 2 회로에 있는 이 물질은 바이러스 및 박테리아가 물질을 통해 침투 또는 확산될 수 없고 오직 수증기만 가능하도록 설계 및 검사되었습니다. 흡기튜브 끝의 응축액은 가슴물통 내로 다시 배출될 수 있어 회로의 개방 필요성을 줄입니다

4. 임상의는 발관 환자에 대한 NIV 및 NHF 모두에 동일한 침습성 인공호흡기 회로를 사용할 수 있으며, 이는 처리할 오염 폐기물의 양을 줄여줍니다

가온 가슴을 사용하면 침습성 인공호흡기, 비침습성 인공호흡기 및 NHF에 단일 회로를 사용할 수 있습니다. 서로 다른 적용 분야에 재사용함으로써 필수 장비를 간소화하고 다수의 서킷을 필요로 하는 개별 환자 수를 줄일 수 있습니다. 예를 들어 이중 말단 NIV를 동일한 회로를 사용하여 수행하거나, 단일 말단 NIV 및 NHF를 위해 호기튜브 끝을 분리하고 흡기튜브 끝을 남겨놓을 수 있습니다.

환기요법을 받는 COVID-19 환자에 대한 가온 가슴의 이점

5. 중증 호흡기 질병으로 인해 위독한 COVID-19 환자들은 분비물 관리를 보조하고 효율적인 환기 및 가스 교환을 원활히 하며, 최적의 점액 섬모 기능을 보장하기 위해 높은 수준의 가슴이 필요합니다

흡입한 공기는 상부 기도에서 37 °C 및 100%의 상대 습도(44 mg/L 절대 습도)로 자연적으로 가온 및 가슴됩니다⁵⁻⁷. 열 및 습도 수준이 낮은 환자에게 침습성 환기요법을 사용하면 다음의 부작용이 발생하는 것으로 나타났습니다:

- 점액 섬모 운반 체계 기능장애^{5,7}
- 기도 건조⁸
- ETT 폐색⁹⁻¹¹
- 끈적이고 흡입하기 어려운 분비물¹²
- 인공호흡기로 인한 폐렴(VAP)의 비율 증가¹³

가온 가슴기는 환자에게 최적 수준의 열 및 습도를 전달하는 데 초점을 맞춥니다(37 °C, 44 mg/L). HME가 달성하는 최대 습도 수준은 32-33 mg/L이며, 30 mg/L 미만인 HME가 많습니다¹⁴. HME를 사용하면 가온 가슴기에 비해 환자에게 현저히 낮은 수준의 습도를 제공하며, 연구 결과 15분 동안 10% 낮은 습도를 전달하는 것만으로도 점액 섬모 기능에 상당한 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났습니다⁷.

6. 가온 가슴은 기구 사강면적을 증가시키지 않고 가슴을 제공하며, 이는 효과적인 폐 보호 환기요법을 위한 필수 조건입니다

COVID-19 환자에게는 폐 보호 환기요법 전략이 필요합니다. HME와 비교할 때, 가온 가슴은 더 낮은 1회 환기량(V_T)을 통해 환자 환기가 가능하여 이산화탄소 부분 압력($PaCO_2$) 및 압력 플래토(P_{plat}) 감소가 가능하고, 이를 통해 폐포 환기요법 및 가스 교환이 증가됩니다. 이러한 환자에게는 기구로 인한 사강면적을 증가하지 않는 가슴이 필요하며, 이는 오직 가온 가슴을 통해서만 가능합니다.

폐 보호 환기요법은 환기요법 설정과 사망률에 직접적 영향을 미칠 수 있는 관련 절차의 결합입니다¹⁵⁻¹⁹. 폐 보호 환기요법의 중요 측면은 기구 사강면적을 최소화하는 것으로, 이는 호흡, 가스 교환 및 폐포 환기요법의 작용에 상당한 영향을 미칠 수 있습니다^{16, 20-25}. 몇몇 임상 가이드라인은 침습성 환기요법을 받는 COVID-19 환자 또는 ARDS의 기준을 충족하는 환자에 대해 폐 보호 환기요법을 권장합니다^{4, 26}.

- 가열 가슴기의 사용은 어떠한 기구 사강면적도 추가하지 않는 반면, HME는 최대 100 mL의 사강면적을 추가할 수 있습니다. 몇몇 연구는 가온 가슴기를 사용한 사강면적 감소가 사강 면적 감소에 비례하는 $PaCO_2$ 감소와 더불어 가스 교환에 상당한 영향을 미칠 수 있다는 점을 입증했습니다²¹⁻²⁵. Prat et al.²³은 HME와 비교했을 때 가온 가슴기를 사용하면 다른 어떠한 설정 변화도 없이 $PaCO_2$ 감소(80 ~ 63 mmHg)를 야기함을 보여주었습니다.
- Moran et al.²²은 HME와 비교했을 때 가온 가슴기를 사용하면 1회 환기량(V_T)을 81 mL, 최고 압력(P_{peak})을 7 cmH₂O, 그리고 압력 플래토(P_{plat})를 4 cmH₂O 감소시킬 수 있음을 보여주었습니다.

7. 가온 가슴은 HME와 비교할 때 인공호흡기 이탈이 어려운 환자에서 더 효과적인 이탈이 가능할 수 있습니다

COVID-19 환자는 질병의 특성으로 인해 인공호흡기 이탈이 어려울 가능성이 높으며 급성 호흡기 질환 증후군(ARDS)이 발생할 가능성이 높습니다. 가온 가슴은 사강면적 및 유량에 대한 내성을 감소시켜 HME와 비교했을 때 이탈을 최적화합니다²⁰.

Girault et al.²⁰은 인공호흡기 이탈이 어려운 환자를 대상으로 HME와 가온 가슴의 사용을 비교했습니다. 그 결과 가온 가슴을 사용한 집단과 비교했을 때 HME 집단에서는 압력 지원이 8 cmH₂O 높아야 함을 발견했습니다. 해당 연구는 이러한 환자 집단에서 HME를 사용하지 말 것을 권장했습니다.

참조

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)