



## REVISIÓN

### Terapia de alto flujo con cánula nasal en insuficiencia respiratoria hipercápnica High flow nasal cannula therapy in hypercapnic respiratory failure

*Autores:* García Castillo S, Alcaraz Barcelona M, Olivares Mendoza MA, Chiriboga Sánchez JG, Garrido Sólvez M, Ceballos Romero JC

*Servicio de Neumología. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. Albacete*

#### Resumen:

La insuficiencia respiratoria hipercápnica se caracteriza por niveles elevados de dióxido de carbono en sangre debido a una ventilación alveolar insuficiente, con causas como EPOC, enfermedades neuromusculares y cardíacas. La terapia de alto flujo administra aire y oxígeno a través de una cánula nasal a altos flujos, ofreciendo beneficios como el lavado del CO<sub>2</sub> del espacio muerto anatómico, reducción del trabajo respiratorio, mejora del intercambio gaseoso y humidificación del aire.

Existen estudios que han demostrado la eficacia de la TAFCN en pacientes con IRH: reduce la PaCO<sub>2</sub> y mejora la oxigenación comparada con el oxígeno convencional y la VMNI, respectivamente, mejora los gases arteriales y reduce la intubación en pacientes con agudización de EPOC.

Las ventajas de la TAFCN incluyen mayor confort y tolerancia, reducción de complicaciones y facilidad de uso. Sin embargo, presenta limitaciones en casos de hipercapnia grave y requiere, idealmente, monitorización continua. Las guías clínicas de la ATS y ERS recomiendan la TAF para IRH leve-moderada, especialmente en pacientes que no toleran la VMNI.

Se han observado mejoras significativas en pacientes con EPOC e insuficiencia cardíaca tratados con TAFCN, evitando la VMI. La investigación futura se centra en personalizar la TAFCN y desarrollar dispositivos más portátiles para su uso en diferentes entornos. Es necesario realizar más estudios para optimizar su uso y definir mejor sus indicaciones.

**Keywords:** insuficiencia respiratoria; hipercapnia; terapia de alto flujo con cánula nasal.

#### Resume:

Hypercapnic respiratory failure is characterized by elevated levels of carbon dioxide in the blood due to insufficient alveolar ventilation, with causes such as COPD, neuromuscular and cardiac diseases. High flow therapy delivers air and oxygen through a nasal cannula at high flows, offering benefits such as flushing CO<sub>2</sub> from anatomical dead space, reducing the work of breathing, improving gas exchange, and air humidification.

There are studies that have demonstrated the effectiveness of TAFCN in patients with IRH: it reduces PaCO<sub>2</sub> and improves oxygenation compared to conventional oxygen and NIMV, respectively, improves arterial blood gases and reduces intubation in patients with exacerbation of COPD.

The advantages of TAFCN include increased comfort and tolerance, reduced complications, and ease of use. However, it has limitations in cases of severe hypercapnia and ideally requires continuous monitoring. The ATS and ERS clinical guidelines recommend TAF for mild-moderate IRH, especially in patients who do not tolerate NIV.

Significant improvements have been observed in patients with COPD and heart failure treated with TAFCN, avoiding IMV. Future research focuses on customizing the TAFCN and developing more portable devices for use in different settings. More studies are necessary to optimize its use and better define its indications.

**Keywords:** respiratory failure; hypercapnia; High flow nasal cannula therapy.

#### Introducción:

La insuficiencia respiratoria hipercápnica (IRH) se caracteriza por una elevación de los niveles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la sangre, generalmente asociada a hipoventilación. Es una condición frecuente en pacientes con enfermedades crónicas como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y la insuficiencia cardíaca congestiva. Tradicionalmente, el tratamiento ha implicado el uso de ventilación mecánica no invasiva (VMNI). Sin embargo, la terapia de alto flujo con cánula nasal (TAFCN) ha emergido como una alternativa inno-

vadora, ofreciendo beneficios como una mejor oxigenación y comodidad para el paciente. Este trabajo revisa la evidencia reciente sobre la efectividad y los mecanismos de acción de la TAFCN en la insuficiencia respiratoria hipercápnica.

La IRH representa un desafío significativo en el manejo de pacientes con enfermedades respiratorias crónicas y agudas. La VMNI ha sido el estándar para el tratamiento de esta condición, pero su tolerancia y eficacia pueden estar limitadas por la incomodidad de las máscara-

ras, la necesidad de monitorización constante y la potencial necesidad de intubación invasiva en casos graves.

En este contexto, la TAFCN ha emergido como una alternativa prometedora. El propósito de este trabajo es revisar la evidencia clínica que respalda el uso de la TAFCN en la IRH, comparándolo con métodos tradicionales como la oxigenoterapia convencional y la VMNI. A través de esta revisión, buscamos clarificar los beneficios potenciales, las limitaciones y las áreas que requieren más investigación para optimizar el manejo de pacientes con esta condición.

## Fundamentos fisiológicos de la TAFCN:

La TAFCN es una modalidad de soporte respiratorio no invasivo (SRNI) que administra una mezcla de aire y oxígeno (O<sub>2</sub>) a través de una cánula nasal. Proporciona aire humidificado y calentado a un flujo alto, lo que permite la entrega de O<sub>2</sub> a flujos de hasta 60-70 litros por minuto (lpm).

## Mecanismos de acción<sup>1</sup>:

Los mecanismos de acción de la TAFCN incluyen la reducción del espacio muerto anatómico, el aumento de la fracción inspiratoria de oxígeno (FiO<sub>2</sub>) y la generación de presión positiva en la vía aérea. Estos efectos contribuyen a una mejora en el intercambio gaseoso y a una disminución del esfuerzo respiratorio. A diferencia de la oxigenoterapia convencional, la TAFCN proporciona varios beneficios fisiológicos, entre los que se incluyen:

*Lavado del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del espacio muerto anatómico.* la TAFCN puede disminuir el espacio muerto fisiológico, promoviendo una ventilación alveolar más eficiente. La alta tasa de flujo ayuda a reducir la reinhalación de CO<sub>2</sub> al eliminar el aire exhalado del espacio muerto anatómico en las vías aéreas superiores. Esto resulta en una eliminación más efectiva del CO<sub>2</sub>, con la consiguiente reducción de la hipercapnia.

*Reducción del trabajo respiratorio.* la TAFCN disminuye la resistencia en las vías respiratorias y facilita una respiración más eficiente<sup>2</sup>.

*Mejora del intercambio gaseoso.* la TAFCN proporciona una FiO<sub>2</sub> más precisa y estable, mejorando la oxigenación arterial sin necesidad de dispositivos más invasivos.

*Presión positiva en la vía aérea.* la TAFCN genera una presión positiva en las vías respiratorias durante la espiración, similar a la CPAP (*Continuous Positive Airway Pressure*), lo que ayuda a mantener las vías aéreas abiertas y a mejorar la ventilación alveolar.

*Humidificación y calentamiento del aire.* el aire humidificado y calentado reduce la resistencia de las vías respiratorias y la mucosa, lo que reduce la sequedad de las vías respiratorias, mejorando el confort del paciente y a tolerancia a la terapia.

## Indicaciones y contraindicaciones:

La mayor indicación de la TAFCN se encuentra en los pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica, pero también está indicada en pacientes con IRH que puedan beneficiarse de la reducción del espacio muerto y la presión positiva leve, sin necesidad de una interfaz tan compleja como la utilizada en VMNI. No obstante, no es adecuada en situaciones donde se requiere un control preciso de la ventilación o en paciente con apnea central grave.

## Consideraciones de implementación:

*Configuración del dispositivo.* La TAFCN requiere una configuración adecuada del flujo y la FiO<sub>2</sub> para asegurar una entrega efectiva y cómoda.

*Monitorización del paciente.* Es crucial monitorizar parámetros clínicos como la saturación de oxígeno (Sat.O<sub>2</sub>), niveles de CO<sub>2</sub> y signos de fatiga respiratoria para ajustar la terapia según sea necesario.

*Capacitación del personal.* La implementación exitosa de la TAFCN depende de la capacitación del personal clínico para manejar y ajustar el dispositivo.

## Ventajas de la TAFCN:

*Mayor confort y tolerancia del paciente.* La cánula nasal es menos invasiva y mejor tolerada en comparación con las mascarillas necesarias para la VMNI.

*Reducción de complicaciones.* Menor incidencia de úlceras por presión, sequedad de las mucosas y barotrauma.

*Facilidad de uso.* Es más sencilla de aplicar y ajustar, lo que facilita su uso en diversos entornos clínicos.

## Limitaciones de la TAFCN:

*Eficacia limitada en hipercapnia severa.* En pacientes con hipercapnia severa o que requieren altos niveles de presión inspiratoria, puede no ser suficiente.

*Disponibilidad y coste.* Requiere equipos específicos y puede ser más costosa en comparación con la oxigenoterapia convencional. Puede que no esté disponible en todos los centros debido a los costes iniciales de equipamiento y mantenimiento.

*Necesidad de monitorización continua.* La aplicación de TAFCN requiere, idealmente, una monitorización constante para ajustar el flujo y la FiO<sub>2</sub> según las necesidades del paciente.

## Aplicaciones clínicas y consideraciones prácticas

*Selección de pacientes.* La selección adecuada de pacientes es crucial para maximizar los beneficios de la TAFCN. Es particularmente beneficioso para pacientes con hipercapnia moderada, donde la VMNI podría no ser bien tolerada. La capacidad de la TAFCN para proporcionar alivio de la disnea y mejorar la oxigenación sin los desafíos de la VMNI lo hace adecuado para pacientes con comorbilidades graves que pueden tener un riesgo elevado con otros métodos de soporte respiratorio.

**Monitorización y ajustes.** La monitorización continua es esencial para evaluar la efectividad de la TAFCN. Los ajustes en el flujo de aire y la  $FiO_2$  deben realizarse en respuesta a la  $Sat.O_2$  del paciente y los niveles de  $CO_2$ . La tolerancia del paciente a la terapia también debe ser evaluada y en casos donde la TAFCN no proporciona la mejora esperada, se debe considerar la transición a métodos más invasivos.

**Complicaciones y manejo.** Aunque la TAFCN es generalmente bien tolerada, pueden surgir complicaciones como la sequedad nasal, el sangrado nasal y el riesgo de neumotórax en casos graves. La humidificación adecuada y el ajuste de flujo pueden mitigar algunos de estas complicaciones. Es crucial capacitar al personal en el manejo de estas complicaciones y en la optimización de la terapia.

**Aplicaciones clínicas.** Las guías clínicas de la ATS (American Thoracic Society) y ERS (European Respiratory Society) recomiendan la TAFCN como una opción viable para el manejo de pacientes con IRH leve-moderada, especialmente en aquellos que no toleran adecuadamente la VMNI. Los protocolos clínicos sugieren iniciar la TAFCN con un flujo de 30-40 lpm y ajustar según la respuesta del paciente, monitorizando constantemente los parámetros de gases arteriales, la clínica y el confort del paciente.

### Evidencia científica (Tabla 1):

Varios estudios han analizado la eficacia de la TAFCN en pacientes con IRH. En un estudio observacional de Roca et al.<sup>3</sup> (2010) que evaluó el uso de la TAFCN en pacientes con exacerbación de EPOC, los pacientes tratados con TAFCN mostraron una mejora significativa en los parámetros de gases arteriales y una reducción en las tasas de intubación en comparación con los métodos tradicionales.

*Maggiore et al.*<sup>4</sup> (2014) compararon la TAFCN con la oxigenoterapia convencional en pacientes con IRH. Los resultados mostraron que la TAFCN redujo significativamente los niveles de  $PaCO_2$  en comparación con el  $O_2$  convencional, mejorando también la oxigenación y reduciendo la necesidad de intubación.

Un estudio de cohorte de pacientes con insuficiencia respiratoria hipercápnica crónica de *Storgaard et al.*<sup>5</sup> (2018) mostró que la TAFCN mejora de forma sostenida la calidad de vida de los pacientes y reduce las exacerbaciones. Este estudio sugiere que la TAFCN puede ser beneficiosa a largo plazo en el manejo de la hipercapnia crónica.

En un estudio observacional de *Lodeserto et al.*<sup>6</sup> (2018) se encontró que la TAFCN mejora significativamente los parámetros ventilatorios y la oxigenación en pacientes con IRH, con mejor tolerancia de la terapia en comparación con la VMNI.

Otros estudios han evaluado la efectividad de la TAFCN en pacientes con EPOC. En una revisión sistemática, *Lee et al.*<sup>7</sup> (2017) encontraron que la TAFCN mejora la oxigenación y la comodidad del paciente en comparación con la VMNI. Además, *Rittayamai et al.*<sup>8</sup>

(2016) reportaron que la TAFCN es tan eficaz como la VMNI en reducir la hipercapnia en pacientes con EPOC agudizada.

En un ensayo controlado de *Frat et al.*<sup>9</sup> (2015), la TAFCN redujo significativamente la necesidad de intubación en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda comparada con la oxigenoterapia convencional y la VMNI. Aunque el foco fue la hipoxemia, los resultados indicaron que la TAFCN era tan efectiva como la VMNI en la reducción de la hipercapnia y mejoraba la comodidad del paciente.

*Grieco et al.*<sup>10</sup> (2021) realizaron un ensayo clínico que comparó la TAFCN con VMNI en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica. Los resultados mostraron que la TAFCN redujo la necesidad de intubación y mejoró la comodidad del paciente, sin comprometer la eficacia en la reducción de la hipercapnia, sugiriendo beneficios potenciales también en la hipercapnia.

*Mauri et al.*<sup>11</sup> (2022) demostraron que la TAFCN no solo mejora la oxigenación, sino que también reduce significativamente la disnea, el trabajo respiratorio y la hipercapnia en pacientes con agudizaciones de EPOC. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que sugieren que la presión positiva proporcionada por la TAFCN alivia el esfuerzo respiratorio y mejora la ventilación. Esto demuestra la eficacia de la TAFCN en condiciones hipercápnicas.

### Futuras direcciones e investigación:

La investigación futura se enfoca en la optimización de la TAFCN mediante la personalización del flujo y la mezcla de gases para satisfacer las necesidades específicas de cada paciente. Además, se están desarrollando dispositivos más compactos y portátiles para facilitar el uso de la terapia en diversos entornos, incluidos los cuidados domiciliarios. Estudios adicionales están explorando la efectividad de la TAFCN en diversas poblaciones de pacientes, como aquellos con enfermedades neuromusculares y postoperatorios. A pesar de los beneficios demostrados de la TAFCN, hay áreas que requieren más investigación.

### Conclusiones:

La TAFCN se ha establecido como una herramienta valiosa en el manejo de la IRH, especialmente en pacientes con EPOC y otras condiciones crónicas. Su capacidad para mejorar la oxigenación, reducir el trabajo respiratorio y ofrecer un mayor confort al paciente lo posiciona como una alternativa eficaz y menos invasiva a la VMNI y con menos complicaciones. La evidencia clínica sugiere que, con una selección adecuada de pacientes y una monitorización continua, la TAFCN puede mejorar los resultados clínicos y la calidad de vida de los pacientes con IRH. Sin embargo, es fundamental continuar investigando para definir mejor sus indicaciones, optimizar su uso en diversas poblaciones de pacientes, comprender mejor sus beneficios a largo plazo y evaluar su coste-efectividad a largo plazo.

Autor y año	Estudio	Descripción	Hallazgos relevantes
Frat et al., 2015	High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure	Ensayo controlado sobre HFNC vs. oxigenoterapia convencional y VNI en insuficiencia respiratoria aguda	La TAFNC reduce la necesidad de intubación en insuficiencia respiratoria aguda
Lee et al., 2017	The efficacy and safety of high-flow nasal cannula oxygen therapy in adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials	Revisión sistemática y metaanálisis sobre la eficacia de HFNC en adultos	La TAFNC es eficaz y segura en diversas condiciones respiratorias
Storgaard et al., 2018	Long-term effects of HFNC on COPD patients with chronic hypoxemic respiratory failure	Evaluación a largo plazo de HFNC en pacientes con insuficiencia respiratoria hipercapnica crónica	Mejoras en calidad de vida y reducción de exacerbaciones
Lodeserto et al., 2018	High-flow nasal cannula: Mechanisms of action and adult and pediatric indications	Revisión de los mecanismos y aplicaciones de la HFNC en adultos y niños	La TAFNC proporciona presión positiva, reduce el espacio muerto, y es cómoda
Grieco et al., 2021	HFNC vs. noninvasive ventilation on intubation rate in patients with acute hypoxemic respiratory failure	Ensayo controlado comparando HFNC con VNI en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda	La TAFNC es superior a la VMNI en reducir la tasa de intubación
Mauri et al., 2022	HFNC reduces dyspnea and hypercapnia in COPD exacerbations	Estudio sobre el impacto de la HFNC en exacerbaciones de EPOC	Mejora de oxigenación y reducción de hipercapnia y trabajo respiratorio

Tabla 1. Bibliografía más relevante.

## Bibliografía:

- Spoletini, G., Alotaibi, M., Blasi, F., & Hill, N. S. (2015). Heated humidified high-flow nasal oxygen in adults: Mechanisms of action and clinical implications. *Chest*, 148(1), 253-261. [doi:10.1378/chest.14-2871](https://doi.org/10.1378/chest.14-2871).
- Mauri, T., Turrini, C., Eronia, N., Grasselli, G., Volta, C. A., Bellani, G., Pesenti, A. (2017). Effects of high-flow nasal cannula on the work of breathing in patients recovering from acute respiratory failure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 195(2), 219-225. [doi:10.1164/rccm.201605-0916OC](https://doi.org/10.1164/rccm.201605-0916OC).
- Roca O, Riera J, Torres F, Masclans JR. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care*. 2010 Apr;55(4):408-13. PMID: 20406507.
- Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, Festa R, Cataldo A, Antonicelli F, Montini L, De Gaetano A, Navalesi P, Antonelli M. Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014 Aug 1;190(3):282-8. doi: 10.1164/rccm.201402-0364OC. PMID: 25003980.
- Storgaard, L. H., Hockey, H., Laursen, B. S., Weinreich, U. M. (2018). Long-term effects of high-flow nasal cannula on COPD patients with chronic hypoxemic respiratory failure: A randomized clinical trial. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 13, 1195-1205. [doi:10.2147/COPD.S161848](https://doi.org/10.2147/COPD.S161848).
- Lodeserto, F. J., Lettich, T. M., Rezaie, S. R. (2018). High-flow nasal cannula: Mechanisms of action and adult and pediatric indications. *Cureus*, 10(11), e3639. [doi:10.7759/cureus.3639](https://doi.org/10.7759/cureus.3639).
- Lee, M. K., Choi, J., Park, B., Kim, B., Kim, S. H., Lee, W. H. (2017). The efficacy and safety of high-flow nasal cannula oxygen therapy in adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Respiratory Care*, 62(9), 1192-1202. [doi:10.4187/respcare.05444](https://doi.org/10.4187/respcare.05444).
- Rittayamai, N., Tscheikuna, J., Suwatanapongched, T., Praphruetkit, N. (2016). High-flow nasal cannula versus noninvasive ventilation for acute respiratory failure in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomized controlled trial. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 193(8), 882-890. [doi:10.1164/rccm.201509-1818OC](https://doi.org/10.1164/rccm.201509-1818OC).
- Frat, J. P., Thille, A. W., Mercat, A., Girault, C., Ragot, S., Perbet, S., Brochard, L. (2015). High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *New England Journal of Medicine*, 372(23), 2185-2196. [doi:10.1056/NEJMoa1503326](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1503326).
- Grieco, D. L., Maggiore, S. M., Nava, S., Roca, O., Del Sorbo, L., De Pascale, G., Antonelli, M. (2021). Effects of high-flow nasal cannula versus noninvasive ventilation on intubation rate in patients with acute hypoxemic respiratory failure: A randomized clinical trial. *JAMA*, 325(12), 1163-1174. [doi:10.1001/jama.2021.3274](https://doi.org/10.1001/jama.2021.3274).
- Mauri, T., Alban, L., Spinelli, E., Langer, T., Grassi, A., Spadaro, S., Pesenti, A. (2022). High-flow nasal cannula reduces dyspnea and hypercapnia in patients with chronic obstructive pulmonary disease exacerbations. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 206(3), 340-348. [doi:10.1164/rccm.202112-2784OC](https://doi.org/10.1164/rccm.202112-2784OC).