

9. Alto flujo termo humidificado AFTH

Autores: Dra. Sagrario Mayoralas Alises, Lic. Catalina Siroti, Dr. Salvador Díaz Lobato, Dr. Guillermo Montiel

9.1. Introducción

Cuando decidimos poner oxígeno terapia a un paciente debemos tener en cuenta algunas consideraciones:

- Los caudalímetros habitualmente utilizados no suelen suministrar más de 15 L/min.
- Los pacientes con insuficiencia respiratoria presentan un pico flujo inspiratorio variable que oscila entre 30-120 L/min, flujo que es superior al ofrecido por los sistemas convencionales de oxígeno terapia. Ello supone una dilución del O₂ aportado (fenómeno de robo del aire ambiente) y una disminución de la FiO₂ administrada. La consecuencia de todo ello es la imposibilidad de mantener una FiO₂ continua que, además, será desconocida. En definitiva, seremos incapaces de conseguir una oxigenación estable.
- Las condiciones de temperatura y humedad del gas que ofrecemos al paciente no son óptimas, al no utilizarse sistemas de calentamiento y humidificación del mismo.

En los últimos años se han desarrollado terapias no invasivas alternativas y más eficientes que las convencionales para el tratamiento de la insuficiencia respiratoria crónica (IRC), como es el caso de la terapia de alto flujo humidificado por cánula nasal (AFHCN). Consiste en la administración de un gas a través de unas cánulas nasales específicas, a flujos mayores de 30 L/min, con una FiO₂ controlada, estable y conocida, y en condiciones óptimas de temperatura (37 °C) y humedad (100% de humedad relativa, 44 mg H₂O/L de humedad absoluta) ver Figuras 9.1.1 y 9.1.2. En estas condiciones el paciente recibe de una forma fácil y confortable un gas eficiente, optimizado y que asegura una FiO₂ constante en vía aérea^{1, 2}. El tratamiento lo puede realizar cualquier integrante del equipo de salud, colocando la cánula nasal después de haber establecido un flujo, una temperatura y una FiO₂, no tardando más que unos pocos minutos para iniciar el tratamiento.

Para lograr dicho tratamiento se requieren dos elementos fundamentales:

1. Generador de alto flujo
2. Sistema de termo humidificación

Y dos elementos necesarios

- a. Cánula nasal adecuada
- b. Tubuladura calefaccionada

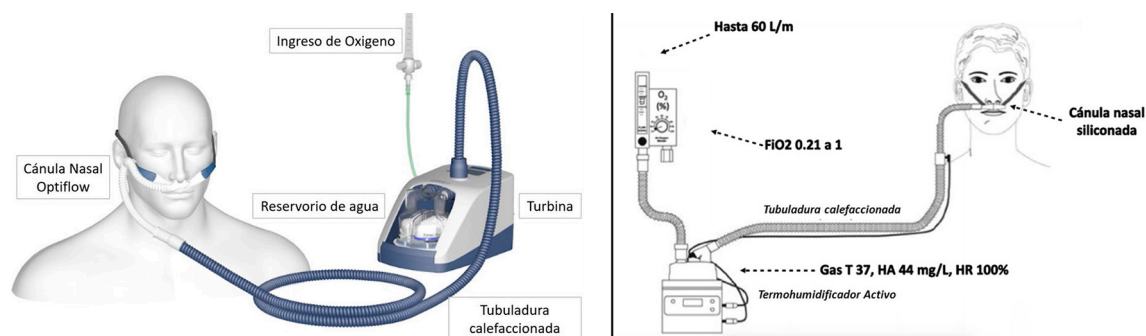
Esta terapia se puede hacer con una FiO₂ que puede variar entre el 21% y el 100%.

Cuando el gas inspirado es enriquecido con O₂ se denomina Oxígeno terapia de Alto Flujo Termo Humidificado (OAFTH).

“Es un error confundir esta terapia como una terapia de FiO₂ elevada exclusivamente”.

9.2. Como actúan los sistemas de AFHCN

Se han descrito diversos mecanismos por los que el alto flujo humidificado con cánula nasal AFHCN, actúa en los pacientes con insuficiencia respiratoria. Muchos de ellos nos recuerdan los mecanismos de acción de la VNI y existe una tendencia cada vez mayor a considerar el AFHCN dentro de los dispositivos de soporte respiratorio. Los mecanismos por el que el AFHCN consigue sus efectos beneficiosos en los pacientes son los siguientes:



Figuras 9.1.1 y 9.1.2 Terapia de AFTH con suplemento de oxígeno. 9.1.1 Terapia de AFTH utilizando un sistema de turbina como generador de flujo y TH incorporado (AIRVO 2). El oxígeno se incorpora por un puerto posterior, a la entrada de la toma de aire de la turbina. 9.1.2 Terapia de AFTH utilizando un sistema de Venturi como generador de flujo y TH activo separado (Fisher & Paykel 850). El oxígeno genera el efecto Venturi, mezclándose con el aire ambiente.

- Los sistemas de AFHCN entregan un flujo continuo de gas directamente en nasofaringe, lo que produce un lavado eficaz de CO_2 , se reduce la posibilidad de reinhalación del gas exhalado, y disminuye el espacio muerto anatómico nasofaríngeo, creando una reserva de “aire fresco” (oxigenado y con menor CO_2) en vía aérea superior^{3, 4}.
- Los sistemas de AFHCN generan un nivel de presión positiva a nivel de nasofaringe, no constante, dependiente del flujo utilizado y del patrón respiratorio del paciente (si respira con la boca cerrada o abierta). Esta presión oscila entre 2-3 cm de H_2O de media con flujos entre 35-60 L/min con boca abierta y entre 5-7 cm de H_2O con boca cerrada. Este efecto beneficioso mejora el reclutamiento alveolar y colabora a la mejor oxigenación y a combatir (aunque sea de forma no constante) la posible auto-PEEP del paciente tratado. Existe la posibilidad física de aumentar este efecto (utilizando incluso menos flujo) incorporando una válvula de PEEP (CPAP de Boussignac®) al sistema de AFHCN, pero esta posibilidad se encuentra todavía en periodo de investigación. Tenemos que dejar claro que los valores de presión positiva obtenidos pueden no ser suficientes, además de no ser constantes, por lo que AFHCN nunca sustituirá a otros sistemas de oxigenación-ventilación cuando estén indicados.
- De forma fisiológica, la nasofaringe se comporta como un sistema de acondicionamiento del gas inspirado para ser entregado al alveolo en unas condiciones óptimas de calor y humedad, pero también ofrece una resistencia anatómica al flujo del mismo. Los equipos de AFHCN consiguen minimizar esta resistencia inspiratoria al administrar flujos que superan el pico flujo inspiratorio del paciente. Con ello, reducimos el trabajo respiratorio, la frecuencia respiratoria (FR) y la sensación de disnea. El control de la FR es un buen indicador clínico para confirmar este beneficio.
- Los sistemas de AFHCN juegan un importante papel en solucionar el desbalance entre temperatura y humedad del gas entregado y las condiciones óptimas que este debería tener. El AFHCN suministra un gas calentado y humidificado de forma activa, en condiciones muy cercanas a las fisiológicas. Así ofrecemos mayor comodidad y tolerancia, mantenemos la estructura anatómica muciliar, optimizamos su biología con menor consumo de energía a la hora de humidificar-calentar el aire, mantenemos su función de aclaramiento evitando la formación de atelectasias (mejora la relación ventilación/perfusión) y sobreinfecciones, todo ello con mayor confort y disminución del trabajo respiratorio del paciente.
- El confort y la mayor tolerancia que caracteriza a los sistemas de AFHC ya fue analizado por Roca y Masclans en el año 2012. En su trabajo, estas ventajas en los test de confort y tolerancia se reflejaban ya a los 30 minutos de iniciada la terapia. Está poco reflejado en la literatura la importancia de las cánulas y su relación con el confort y la eficiencia de la terapia; su papel debería ser el mismo que el de la interfase cuando hablamos de VNI⁶⁻⁸ pero con una mejor tolerancia implícita y en nuestra opinión, y a diferencia de lo “buscado” en pediatría, con una necesidad de mayor “sellado” en fosas

- nasales (más del 50% del diámetro de la fosa) para conseguir minimizar la fuga alrededor de cánula (fuga ya presente cuando el paciente abre la boca) y potenciar el efecto presión positiva.
- Efectos hemodinámicos de la terapia con AFHCN: Si tenemos en cuenta que los sistemas de alto flujo generan un nivel de presión positiva y que, según algunos trabajos realizados en modelos experimentales y también en voluntarios sanos y en pacientes con patología pulmonar crónica, podría aumentar los volúmenes dinámicos pulmonares es razonable pensar que a nivel torácico se producirían efectos hemodinámicos similares, pero de menor intensidad a los generados por los dispositivos de CPAP⁸⁻¹⁰.
 - En consonancia con la literatura disponible relacionada con los mecanismos de acción del AFHCN, es conveniente tener en consideración algunos aspectos, en nuestra opinión importantes:
 1. El AFHCN es un tratamiento de amplio espectro de la insuficiencia respiratoria¹¹.
 2. La variedad de mecanismos de acción que pueden explicar sus efectos en un momento dado, hacen que la terapia de AFHCN sea algo más que un sistema de oxigenación y por lo tanto pensamos que es erróneo nombrarlo como oxigenoterapia de alto flujo y que es más correcto calificarlo con terapia del alto flujo.
 3. El máximo efecto sobre cada uno de estos mecanismos se consigue con flujos más altos y el máximo confort con temperatura más baja. El estudio de Mauri et al (Crit Care 2018) nos recomienda utilizar flujos de 60 L/min y temperaturas de 31 °C¹².
 4. Se ha demostrado que se optimiza la eficacia de la terapia cuando ponemos al paciente a 45°. Así aumenta la impedancia al final de la espiración y se reduce la frecuencia respiratoria (Plotnikow et al, Respir Care 2018).
 5. El paciente con AFHCN puede tener la boca abierta o cerrada. Debemos conocer que con boca cerrada se potencia el efecto PEEP, mientras que con boca abierta se potencia el efecto lavado de CO₂ (Onodera et al, Intensive Care Med Exp 2018).

9.3. Características técnicas

Tres son los componentes básicos de todo sistema dador de alto flujo, a saber:

- Una interfase tipo cánula nasal, cómoda y eficiente, con un diseño capaz de ofrecer flujos de hasta 60 lpm, disponibles para pacientes adultos y pediátricos, con diferentes tamaños y capaces de soportar, sin disconfort para el paciente, el peso de la tubuladura de conexión.
- Rotámetros calibrados capaces de suministrar flujos elevados, incluso mayores de 60 L/min según el equipo empleado, de un gas puro o de una mezcla procedente bien de mezcladores de alto flujo (tipo Venturi o de doble válvula aire/oxígeno) bien de dos caudalímetros independientes y conectados a una pieza en “Y” adaptada al humidificador o sistemas tipo turbina incorporados al dispositivo de AFHCN, capaces de ofrecer flujos altos mediante el mismo mecanismo que lo hace un ventilador mecánico desde aire ambiente.
- Un sistema de humidificación-calentamiento activo¹³ que es clave para un dispositivo que suministra flujos elevados de un gas a través de cánulas nasales. El gas ideal debería estar acondicionado a condiciones fisiológicas, es decir humedad relativa del 100% y temperatura de 37 °C. Existen en el mercado dispositivos que de una forma programada aseguran estas condiciones diferenciando entre paciente tratado de forma invasiva y no invasiva, otros dando la posibilidad de modificarlas según las condiciones ambientales y del enfermo. Es conveniente incorporar un analizador de O₂ para asegurar en todo momento de una forma fiable la FiO₂ predeterminada.
- Otros complementos necesarios son las tubuladuras de conexión. Éstas incorporan una resistencia interior que mantiene la temperatura del gas y evita fenómenos de condensación. En general, se recomienda usar agua desionizada o de lavado simple, en envase de plástico, como fuente de humidificación. Recordaremos que, si existen periodos de desconexión, el sistema de AFHCN deberá apagarse evitando gastos innecesarios y condensación en la tubuladura¹⁴.

9.4. Uso en situaciones crónicas

Unos de los beneficios que se destacan en la terapia de alto flujo termo humidificado es el aporte de una atmosfera saturada de vapor de agua y calefaccionada a temperatura corporal, lo cual no sólo hace a la terapia de oxígeno más confortable, sino que permite la hidratación óptima de las vías respiratorias. Este beneficio aportado por AFTH se utilizó por primera vez como una modalidad para facilitar la eliminación de la secreción en pacientes con bronquiectasias¹⁵, en esta población se utilizó CNAFTH, sin el agregado de oxígeno, aplicando un caudal de 20 a 25 L / m a 37 °C de temperatura por un período de 3 horas diarias durante una semana de continuo. Los autores destacaron que después de la terapia de AFTH, el aclaramiento mucociliar pulmonar había mejorado significativamente, observándose una disminución del área bajo la curva de retención traqueobronquial de 319 ± 50 a $271 \pm 46\%$ h ($p < 0,007$) medido por el depósito pulmonar de la radio- aerosoles (99mTc); por lo tanto, concluyeron que en los pacientes bronquiectáticos reclutados en el estudio, el tratamiento de alto flujo termo humidificado mejoró la limpieza mucociliar de los pulmones. La conclusión del estudio abrió la puerta a nuevas investigaciones cuyo objetivo eran determinar si este beneficio en la depuración mucociliar tenía impacto clínico.

En 2010 Rea y colaboradores¹⁶ realizaron un estudio en pacientes con EPOC y bronquiectasias utilizando CNAFTH durante 12 meses, con flujos similares al estudio nombrado anteriormente y durante por lo menos 2 horas diarias (la media de uso / día fue de 1,6 horas), en los pacientes del grupo de tratamiento que utilizaban oxígeno crónico en domicilio, se ajustó el flujo para obtener el mismo objetivo de saturación que con la oxigenoterapia habitual y se conectó a la corriente de aire humidificado. Los resultados obtenidos mostraron que en el grupo de tratamiento con AFTH se obtuvo una reducción significativa del número de días de exacerbación, un aumento en el tiempo hasta la primera exacerbación y una reducción de la frecuencia de exacerbación, aunque no fue significativa desde el punto de vista estadístico, posiblemente por limitaciones en el diseño del estudio. La función pulmonar y las puntuaciones de la calidad de vida también arrojaron mejorías significativas y algo no menos importantes; que los autores pudieron comprobar que la terapia de AFTH aplicada por largo plazo, era bien tolerada, podría ser cumplida y resultaba eficaz en esta población de pacientes con enfermedades crónicas de las vías respiratorias.

En 2018 se publica un ensayo prospectivo multicéntrico, aleatorizado y cruzado en nueve hospitales de Japón¹⁷ cuyo objetivo era probar la eficacia y la seguridad de CNAFOTH en domicilio durante 6 semanas en pacientes con EPOC hipercápnicos estables ya tratados con OCD. De un total de 32 pacientes, 29 completaron el estudio, la mayoría de los pacientes eran hombres de edad avanzada con obstrucción severa, hipercapnia leve que recibían OCD a una tasa de flujo de 0.25 a 4 L / min. Los participantes fueron asignados al azar para recibir 6 semanas de CNAFOTH, seguido de otras 6 semanas de sólo OCD, grupo A, o sólo de OCD, seguido de CNAFOTH grupo B. El flujo de aire termo humidificado fue de alrededor de 30 l / min en ambos grupos, y el tiempo de uso promedio (horas / noche \pm SD) fue de 7.1 ± 1.5 en el grupo A y de 8.6 ± 2.9 en el grupo B. Dentro de los efectos obtenidos se destaca que la CNAFOTH en comparación con OCD: mejoró significativamente la puntuación total media del cuestionario de St. George para la EPOC (SGRQ-C), mejoras significativas en la PaCO₂, el pH y la medición trancutánea de CO₂ nocturno PtcCO₂. La PaO₂, SpO₂, disnea, espirometría, volúmenes pulmonares y test de marcha de seis minutos (TM6M) no difirieron significativamente entre ambos grupos de tratamiento. Cabe destacar que ningún paciente tuvo una exacerbación de la EPOC durante la CNAFOTH, mientras que tres pacientes tuvieron este evento durante la OCD.

En el mismo año y continuando con esta línea de investigación en grupo dinamarqués liderado por el Dr. Storgaard publica en la revista International Journal of COPD, un estudio en el cual se aplicaba CNAFOTH a pacientes EPOC con insuficiencia respiratoria hipoxémica crónica y lo compara con el tratamiento habitual que incluía OCD. La terapia de alto flujo termo humidificado aplicada al grupo de tratamiento fue titulada a 20 L /min con el agregado de oxígeno que presentaba valores de flujo medio de 1,6 L /min en el grupo de tratamiento versus 1,7 L / min en el grupo de control; las horas de uso promedio fueron 6 horas, valores mucho más superiores que los reportados por los estudio previos. La conclusiones a favor de CNAFOTH incluyeron una menor tasa de exacerbaciones (3.12 versus 4.95

/ paciente / año, $p < 0.001$) a diferencia del estudio de Rea que no obtuvo reducción significativa, los investigadores infieren que esta diferencia se debe a las horas de uso diario de la CNAFOTH la cual, destacan que sería un factor importante involucrado en la reducción de las exacerbaciones. Conjuntamente la terapia AFTH redujo significativamente la puntuación de la escala de disnea (mHRC) y preservó las puntuaciones de los cuestionarios de calidad de vida St. George (SGRQ) y los valores TM6M, mientras que en el grupo control esos valores se deterioraron. Se advirtió una reducción de la PaCO_2 en pacientes tratados con CNAFOTH con diferencias significativas en los niveles de PaCO_2 a los 12 meses en comparación con los controles.

Los ensayos clínicos publicados nos muestran que los beneficios fisiológicos atribuidos a la terapia de AFTH tiene un impacto importante en tratamiento de las enfermedades respiratorias tanto agudas como crónicas.

La terapia de alto flujo termo humidificado con o sin el agregado de oxígeno, se presenta como una herramienta no farmacológica ideal para pacientes con patologías crónicas, que presentan dificultad para eliminar adecuadamente las secreciones, como ser pacientes con EPOC, fibrosis quística¹⁸, y bronquitis crónica y bronquiectasias, sobre todo si estos pacientes presentan hipercapnia crónica, utilizan OCD y tiene frecuentes internaciones por exacerbaciones de su enfermedad.

9.5. Complicaciones y efectos no deseados

No se han descrito efectos adversos importantes en relación con la utilización de la CNAFOTH en adultos. En pacientes hipercápnicos la correcta titulación del agregado de oxígeno en función del objetivo de saturación, es importante para evitar los efectos nocivos relacionados con su exceso, efectos que están relacionado con la cantidad de oxígeno y no directamente al tratamiento con alto flujo. Cabe destacar que algunos pacientes pueden presentar disconfort ante determinados caudales de flujo, sobre todo mayores a 35 L/ min, como ser molestia nasal o dolor de cabeza, en este sentido se podrá disminuir el flujo, siempre que dicha disminución no afecte el efecto buscado, sobre todo en pacientes hipoxémicos e hipercápnicos agudos donde los flujos que se necesitan son elevados⁶. Hay también algunas menciones en la bibliografía de pacientes con molestias relacionadas con la temperatura, la misma podrá ser disminuida para mitigar esta incomodidad o ir incrementándose a medida que el paciente logra acostumbrarse. Existen en el mercado diferentes sistemas de AFTH, el ideal es aquel que resulte más confortable para el paciente y que tenga el mejor sistema de humidificación y calentamiento con tubuladuras que eviten la condensación ya que este fenómeno de no ser controlado puede generar la aparición de infecciones por contaminación. Un efecto no deseado que pudimos observar luego de 3 meses de utilización de CNAFOTH¹⁸ durante 24 horas diarias, en un paciente con fibrosis quística, fue un eritema en el labio superior en la zona de apoyo de la cánula; el mismo desapareció con la aplicación de crema y el descanso de la zona durante 2 horas diarias. Luego de estas medidas no se repitió el efecto.

9.6. Conclusión

La TAFTH se presenta como una nueva opción terapéutica para el tratamiento de la insuficiencia respiratoria de diversas etiologías, tanto en etapas agudas como crónicas. El óptimo acondicionamiento de gas inspirado, gracias a la termo humidificación, además de proveer confort a la terapia de oxígeno, tiene impacto en la depuración mucociliar; motivo por el cual también se utiliza esta terapia de alto flujo sin el agregado de oxígeno con el objetivo de mejorar la higiene bronquial. Cuando se utiliza como oxigenoterapia al beneficio anterior se le agrega la mejoría en las condiciones de entrega del oxígeno, logrando obtener fracciones inspiradas de oxígeno más estables. Los altos flujos suministrados remueven el CO_2 espirado del espacio muerto anatómico, tienen efecto de presión positiva continua en la vía aérea causando una disminución del esfuerzo inspiratorio y una estabilización de la misma durante la espiración. Existen cada vez más publicaciones médicas en donde se utiliza la CNAFOTH en diferentes

escenarios con resultados exitosos, superando a la oxigenoterapia convencional no sólo en comodidad sino en objetivos terapéuticos; presentándose además como una opción a la VNI en pacientes seleccionados que no la toleran o bien durante los períodos de descanso de esta. Sin duda nos encontramos ante el crecimiento de una nueva terapia respiratoria que tiene un auge cada vez mayor, con un campo de acción en franca expansión que seduce por su simpleza y utilidad.

Bibliografía

1. Hernández G, Roca O, Colinas L. High-flow nasal cannula support therapy: new insights and improving performance. *Crit Care*. 2017 Mar 21; 21(1): 62.
2. Nishimura M. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Adults: PHysiological Benefits, Indication, Clinical Benefits, and Adverse Effects. *Respir Care*. 2016;61(4): 529-41.
3. Uri T, Turrini C, Eronia N, et al. PHysiological Effects of High-Flow Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017; 195(9): 1207-15.
4. Nishimura M. For critically ill patients, is high-flow nasal cannula oxygen delivery a suitable alternative to mechanical ventilation? *Respir Care*. 2015; 60(2): 307-8.
5. Rabec C, Cuvelier A, Cheval C, et al. [Noninvasive ventilation. The 2015 guidelines from the Groupe Assistance Ventilatoire (GAV) of the Société de Pneumologie de Langue Française (SPLF)]. *Rev Mal Respir*. 2016; 33(10): 905-10.
6. Maitra S, Som A, Bhattacharjee S, Arora MK, Baidya DK. Comparison of high-flow nasal oxygen therapy with conventional oxygen therapy and noninvasive ventilation in adult patients with acute hypoxemic respiratory failure: A meta-analysis and systematic review. *J Crit Care*. 2016; 35: 138-44.
7. Jeong JH, Kim DH, Kim SC, et al. Changes in arterial blood gases after use of high-flow nasal cannula therapy in the ED. *Am J Emerg Med*. 2015; 33(10): 1344-9.
8. Chwabbauer N, Berg B, Blumenstock G, Haap M. Nasal high-flow oxygen therapy in patients with hypoxic respiratory failure: effect on functional and subjective respiratory parameters compared to conventional oxygen therapy and non-invasive ventilation (NIV). *BMC Anesthesiol*. 2014; 14: 66.
9. Liesching TN, Lei Y. Efficacy of High-Flow Nasal Cannula Therapy in Intensive Care Units. *J Intensive Care Med*. 2017;885066616689043.
10. Durey A, Kang S, Suh YJ, Han SB, Kim AJ. Application of high-flow nasal cannula to heterogeneous condition in the emergency department. *Am J Emerg Med*. 2017. pii: S0735-6757(17)30116-X.
11. Shah N, Mehta Z, Mehta Y. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Palliative Care #330. *J Palliat Med*. 2017; 20(6): 679-80.
12. Maury E, Alves M, Bigé N. High-flow nasal cannula oxygen therapy: more than a higher amount of oxygen delivery. *J Thorac Dis*. 2016;8(10): E1296-E1300.
13. Díaz Lobato S, Mayoralas Alises S. [New approaches to the treatment of respiratory failure: High flow therapy]. *Med Clin (Barc)*. 2016; 147(9): 397-8.
14. Roca O, Hernández G, Díaz-Lobato S, Carratalá JM, Gutiérrez RM, Masclans JR; Spanish Multidisciplinary Group of High Flow Supportive Therapy in Adults (HiSpaFlow). Current evidence for the effectiveness of heated and humidified high flow nasal cannula supportive therapy in adult patients with respiratory failure. *Crit Care*. 2016; 28; 20(1):109.
15. Hasani A, Chapman T, McCool D, et al. Domiciliary humidification improves lung mucociliary clearance in patients with bronchiectasis. *Chron Respir Dis*. 2008; 5: 81-6.
16. Rea H, McAuley S, Jayaram L, et al. The clinical utility of long-term humidification therapy in chronic airway disease. *Respir Med*. 2010; 104:525-33.
17. Nagata K, Kikuchi T, Horie T, et al. Domiciliary high-flow nasal cannula oxygen therapy for patients with stable hypercapnic chronic obstructive pulmonary disease: a multi-center randomized crossover trial. *Ann Am Thorac Soc* 2018(4): 432-9.
18. Siroti C, Huntter W, Storni M; Cano I; Montiel G. Alto flujo termohumidificado a través de cánula nasal. Beneficios en el tratamiento de un paciente con fibrosis quística. *Trabajos científicos 45° Congreso de Medicina Respiratoria 2017*; 027.