

CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO EN PEDIATRÍA

HIGH FLOW NASAL CANNULA IN CHILDREN

Dra. Adriana Wegner A.

Intensivista Pediátrico

Jefe Unidad de Paciente Crítico Pediátrico, Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río

ABSTRACT

High-flow nasal cannula (HFNC) is a non invasive method of respiratory support increasingly used in pediatric patients due to its positive effect on oxygenation, ventilation and patient comfort. The mechanisms behind the efficacy of HFNC have been widely studied; however, the role of HFNC on generating positive pressure remains controversial.

The evidence on the efficacy and security of HFNC is not solid, yet it's simple installation, maintenance and apparent safety have prompted numerous centers to consider the use of HFNC an "off-label" standard of care, feasible in low complexity units, and had helped to relieve overcrowding in critical care units.

The aim of this article is to review the mechanisms of action and the evidence supporting the use of HFNC in children, as well as, the potential indications for the use of HFNC in and out of intensive care units.

Keywords: high flow, nasal, cannula, oxygen therapy, respiratory failure, bronchiolitis, children

RESUMEN

La Cánula Nasal de Alto Flujo (CNAF) es una modalidad de soporte respiratorio no invasivo cada vez más difundida en la población pediátrica por sus beneficiosos efectos sobre la oxigenación, ventilación y confort del paciente. Sus mecanismos de acción han sido ampliamente estudiados, siendo la generación de presión positiva la que aún genera más controversia.

Si bien aún existe poca solidez de la evidencia respecto a la eficacia y seguridad de la CNAF en la literatura, su facilidad de instalación, mantención y seguridad aparente ha determinado que en varios centros su uso se considere ya un estándar de cuidado "off-label", factible de utilizar en unidades de menor complejidad, con la consiguiente descompresión de unidades críticas.

Este artículo pretende realizar una puesta al día de la CNAF en cuanto a sus mecanismos de acción, evidencia referente a su utilidad en pediatría, potenciales indicaciones, así como su uso fuera de unidades críticas.

Palabras clave: cánula nasal de alto flujo, oxigenoterapia, insuficiencia respiratoria aguda, bronquiolitis, niños

INTRODUCCIÓN

La oxigenoterapia de alto flujo vía nasal es una modalidad ventilatoria de menor complejidad respecto a otros sistemas de soporte respiratorio no invasivo. La mayor evidencia de esta terapia proviene de estudios realizados en prematuros como una alternativa al CPAP (continuous positive airway pressure) tradicional, en el contexto de distress respiratorio, apoyo post extubación y apneas. Posteriormente, su uso se hace extensivo a la población adulta y pediátrica como una herramienta de apoyo ventilatorio en diferentes escenarios clínicos, siendo cada vez más expandida y aceptada en estas poblaciones, por sus beneficiosos efectos sobre la oxigenación, ventilación y comodidad del paciente (1-3).

A diferencia de las cánulas nasales habituales, los sistemas de alto flujo permiten una mezcla de aire y oxígeno que alcanza o excede la demanda inspiratoria espontánea del paciente, lo que en recién nacidos puede ser 1 a 2 litros por minuto (lpm) llegando a 6 – 60 lpm según se trate de lactantes, preescolares, escolares, adolescentes o adultos,

respectivamente. Adicionalmente, la administración de alto flujo requiere de calefacción y humidificación de la mezcla entregada, con el fin de evitar el daño de la mucosa respiratoria (2-5).

De esta manera, la cánula nasal de alto flujo (CNAF) consiste en una naricera más rígida de lo habitual -la cual según su diseño permitirá mayor o menor flujo- y cuya conexión distal va unida a un circuito ventilatorio específico, el que a su vez se conecta a un sistema de humectación y calefacción al cual se une la mezcla de oxígeno y aire (2). En la actualidad existen equipos específicos diseñados para entregar altos flujos que traen incorporados la termorregulación y humidificación, así como la posibilidad de medir la fracción inspirada de oxígeno (FIO₂). A estos equipos sólo debe conectarse un flujómetro con oxígeno, ya que el aire es extraído desde el ambiente para luego realizar la mezcla según la FIO₂ que se requiera para alcanzar la saturación deseada (Figura 1).

MECANISMO DE ACCIÓN

Dentro de los mecanismos de acción potenciales que explicarían la eficacia de la CNAF se cuentan:

- **Aumento de la fracción inspirada de oxígeno** por una menor dilución con el aire ambiente y por generación de un reservorio anatómico de oxígeno (nasofaringe y rinofaringe) (6-8).

Correspondencia:

Dra. Adriana Wegner A

Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río

Av. Concha y Toro 3459, Puente Alto

Correo electrónico:awegnera@gmail.com

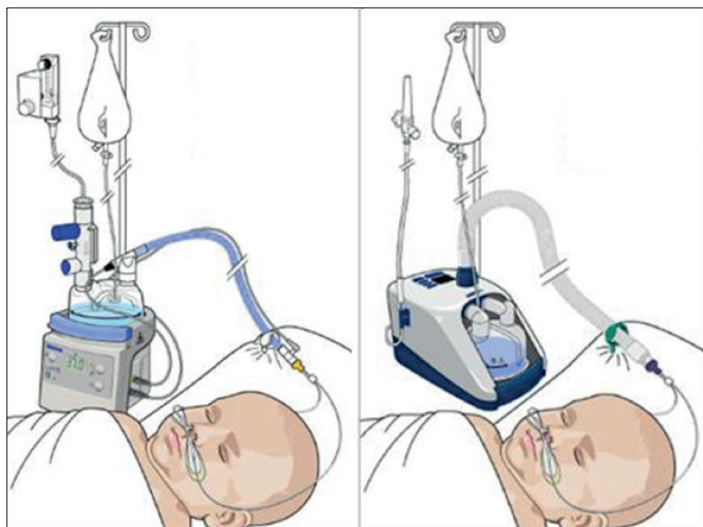


Figura 1. Cánula Nasal de alto Flujo

- **Lavado del espacio muerto nasofaríngeo** (efecto wash-out) que contribuye a mejorar la presión distendente. Esta presión se generaría secundaria a la administración continua de un alto flujo, el que determinaría una resistencia espiratoria que variaría según «boca abierta o cerrada», pero sin perderse. Esta favorecería una disminución de atelectasias, una mejoría de la relación V/Q y una mejoría de la distensibilidad pulmonar al aumentar el volumen de fin de espiración, y con ello la capacidad residual funcional. Además, favorecería la disminución del trabajo respiratorio por contrarrestar el auto-PEEP (positive end expiration pressure) (8-14).

- **Provisión de humidificación correcta a la vía aérea** lo que mejoraría la mecánica respiratoria al favorecer la conductibilidad del gas y el trabajo metabólico del acondicionamiento de gas inhalado (15-16), además de mejorar la comodidad del paciente (16-17).

- **Disminución de resistencia inspiratoria** con la consecuente disminución del trabajo respiratorio, considerando que el volumen nasofaríngeo tiene una distensibilidad que contribuye a la resistencia de la vía aérea (14,18-19).

EVIDENCIA PEDIÁTRICA

En pediatría la CNAF representaría una alternativa a la administración de CPAP no invasivo en aquellos pacientes con dificultad respiratoria moderada, especialmente en la población de lactantes que cursan bronquiolitis. Así, en un estudio prospectivo realizado en 46 niños (recién nacidos – escolares) con dificultad respiratoria leve a moderada, se observó que la CNAF lograba mejorar el puntaje respiratorio, la saturación de oxígeno (SpO_2) y la escala COMFORT en la mayoría de los pacientes y que esto se explicaría por la aplicación de una presión nasofaríngea constante de alrededor de 4 ± 2 cmH_2O , siendo más evidente en los lactantes (4). Rubin y cols, en un grupo de 25 niños con diversos diagnósticos observó que el aumento de las tasas de alto flujo vía cánula nasal disminuía el esfuerzo respiratorio, con el impacto más significativo a 8L/min,

concluyendo que entre los múltiples mecanismos posibles para este efecto clínico, se contaba la generación de presión positiva y el lavado del espacio muerto de las vías respiratorias (14).

En bronquiolitis diversos estudios han evaluado el mismo efecto. Ahora y cols en un grupo de 25 niños con bronquiolitis utilizando CNAF en la unidad de emergencia, observaron que flujos crecientes a través de la CNAF se asociaban a un aumento lineal de la presión nasofaríngea, efecto que lograba sostenerse con boca abierta, si bien en menor cuantía (20). Del mismo modo, Milesi y cols en 21 lactantes menores de 6 meses cursando bronquiolitis por Virus Respiratorio Sincicial (VRS) con puntaje de dificultad respiratoria moderado, observaron que la CNAF con flujos iguales o sobre 2 L/kg/min generaban una presión faríngea que se asociaba a una mejoría del patrón respiratorio y a una rápida descarga de los músculos respiratorios (9).

En un interesante estudio prospectivo, se evaluó el efecto de la CNAF sobre el volumen espiratorio final (EEVL) con tomografía de impedancia eléctrica, en 11 lactantes cursando bronquiolitis con requerimientos de oxígeno mayores a 2 lpm y dificultad respiratoria moderada. Se observó que con CNAF a 8 lpm (alrededor de 2 L/kg/min) existía un aumento del EEVL, un aumento de la presión esofágica al final de espiración y una mejoría en la frecuencia respiratoria, FIO_2 y SpO_2 (13). Pham y cols en 12 lactantes con bronquiolitis usando CNAF, describieron que con flujos de 2 L/kg/min se producía una disminución del trabajo respiratorio evaluado mediante medición de actividad eléctrica del diafragma, presión esofágica y pletismografía (21).

Por otro lado, se ha reportado que el uso de CNAF disminuiría la necesidad de intubación en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda. Wing y cols, (22) en un estudio retrospectivo realizado en una unidad de emergencia pediátrica, evaluaron el riesgo de intubación de pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, antes y después de la introducción de CNAF. Observaron que el riesgo de intubación había disminuido en 83% en la unidad de emergencia y en 58% a nivel global durante el período en que se había implementado un protocolo de uso de CNAF (OR 0.17, IC 0.06-0.5, $p = 0,001$ y OR 0.42,

IC 0.20-0.89, $p = 0.02$ respectivamente). Asimismo, en un estudio retrospectivo realizado en una unidad de cuidados intensivos (UCI) (23) se comparó el porcentaje de intubación en 115 lactantes menores de 24 meses con bronquiolitis entre el período previo y posterior a la introducción de CNAF. Se observó que el porcentaje de intubación disminuía de 23% a 9% en el período posterior a la introducción de CNAF, con un OR 0.32 (IC 0.11 – 0.97, $p = 0.043$), incluso si se controlaba por edad, peso y presencia de VRS. Observaron también que el promedio de días de estada en UCI disminuía de manera considerable (6 a 4 días). Schibler y cols, observaron también que en lactantes < 24 meses cursando bronquiolitis, el porcentaje de intubación disminuía de 37% a 7% en un período de 5 años, coincidiendo con la introducción de CNAF como parte del manejo de estos pacientes (24). Destacable es que en ninguno de los estudios descritos previamente se reportaron complicaciones secundarias al uso de CNAF, sin embargo y aunque infrecuentes, se han descrito algunas como distensión gástrica, úlceras nasales y síndrome de escape aéreo (25).

Pese a lo promisorio de los estudios publicados a la fecha (de los cuales sólo fueron comentados los más relevantes), dos revisiones sistemáticas relativamente recientes concluyeron que a la luz de la literatura existente, aún no habría evidencia suficiente para establecer la seguridad o efectividad de la CNAF en niños como apoyo respiratorio general o en bronquiolitis en particular (26,27). En este contexto, el grupo australiano-neozelandés recientemente publicó un protocolo de estudio prospectivo multicéntrico randomizado, que comparará el tratamiento estándar (oxígeno por cánula nasal a bajo flujo) con CNAF en lactantes con bronquiolitis en 17 unidades de emergencia, lo que finalmente permitirá dilucidar el real beneficio de la CNAF en este escenario (28).

FACTORES PREDICTORES DE FRACASO

Estudios retrospectivos han mostrado que la respuesta a CNAF se evidenciaría en los primeros 60 – 90 minutos de iniciado el apoyo respiratorio, por lo que posterior a esto se haría necesario evaluar escalar en el soporte respiratorio (1, 4, 24). En un estudio de cohorte retrospectivo realizado en dos unidades de emergencia pediátrica terciaria (29), se evaluaron 498 pacientes menores a 2 años con diagnóstico de insuficiencia respiratoria aguda (asma, bronquiolitis, neumonía principalmente), que recibieron CNAF dentro de la primeras 24 horas. Al analizar ambos grupos se observó que un 8% de los pacientes requerían intubación y que una frecuencia respiratoria (FR) mayor al percentil 90 para la edad, una presión arterial de dióxido de carbono (PaCO_2) mayor de 50 mmHg y un pH menor a 7,3 se asociaban independientemente a este fracaso. Algo similar fue descrito en el estudio de Mayfield y cols (30), quienes observaron que los pacientes no respondedores a CNAF y que requerían cuidados intensivos, eran identificables dentro de la primera hora de uso de CNAF mediante el monitoreo de frecuencia cardíaca (FC) y FR.

Otro estudio retrospectivo realizado con 113 lactantes ingresados a una Unidad de Cuidados Intensivos, comparó las características de los respondedores y no respondedores a CNAF, encontrando que los lactantes que no respondían a CNAF

presentaban mayor hipercapnia, menor taquipnea, tenían un mayor puntaje de gravedad y mostraban pequeño cambio en su condición basal post conexión a CNAF (31).

En este contexto, parece razonable plantear que aquellos pacientes que previo a la conexión a CNAF tienen retención de CO_2 (Ejemplo > 50 mmHg), $\text{pH} < 7.3$, una FR mayor al percentil 90 para la edad o tendencia a bradipnea, puntaje de gravedad elevado (Ejemplos PRISM, PIM2), tendrán mayor riesgo de fracasar con esta terapia, pudiendo agregarse entre estos factores -según experiencia de nuestra unidad (32)- el compromiso radiológico condensante de más de un cuadrante pulmonar. Del mismo modo, aquellos pacientes que ya conectados a CNAF no evidencian mejoría en el puntaje de dificultad respiratoria (FR, FC, signos de dificultad respiratoria) dentro de los primeros 60 a 90 minutos de terapia, también debieran considerarse como no respondedores a CNAF.

USO DE CNAF FUERA DE UNIDADES CRÍTICAS

Con el objetivo de evaluar la seguridad y el impacto clínico del uso de CNAF en salas de emergencia, un estudio evaluó de manera prospectiva a 61 lactantes con diagnóstico de bronquiolitis en quienes se utilizó CNAF a 2 l/kg/min. Estos lactantes fueron comparados con una cohorte retrospectiva de 33 pacientes con bronquiolitis que habían recibido terapia habitual, constatando que el uso de CNAF en la sala de emergencia era segura y que su implementación en este lugar podría disminuir las admisiones a UCI. Es importante destacar que este estudio pretendía ser randomizado y controlado, sin embargo el comité de ética de la institución rechazó el diseño original debido a que la CNAF ya se consideraba un estándar de cuidado en ese centro (30).

Del mismo modo, González y cols, evaluaron prospectivamente a 25 lactantes ingresados a sala básica con diagnóstico de bronquiolitis moderada-severa y que habían sido tratados con CNAF en ese lugar, dada la disponibilidad de este sistema de apoyo respiratorio. Observaron que estos lactantes presentaban una mejoría clínica significativa, lo que acompañado de la seguridad de esta técnica (no se reportaron complicaciones), su fácil manejo y buena tolerancia, evitó el ingreso a UCI de estos pacientes (33). Similar reporte hacen Bressan y cols, luego de analizar a 27 lactantes con bronquiolitis moderada-severa hospitalizados en sala pediátrica quienes fueron tratados con CNAF. Ninguno de ellos requirió ingreso a unidades de mayor complejidad para escalar en apoyo respiratorio, así como tampoco presentaron complicaciones secundarias a esta terapia (34).

CONCLUSIÓN

Si bien la evidencia que respalda actualmente el uso de CNAF es alentadora, aún es insuficiente para consolidarla formalmente dentro del resto de las terapias de soporte respiratorio. Sin embargo, su facilidad de instalación, mantención y seguridad aparente ha determinado que en varios centros su uso se considere ya un estándar de cuidado “off-label”, factible de utilizar en unidades de menor complejidad, con la consiguiente descompresión de unidades críticas, más

aun en períodos de alta demanda asistencial. Relevante será conocer los resultados del estudio randomizado controlado que actualmente se encuentra en marcha, el cual permitirá consolidar o descartar esta interesante herramienta terapéutica.

La autora declara no presentar conflictos de intereses

REFERENCIAS

- Lee J, Rehder K, Willifor L, Cheifetz I, Turner D. Use of high flow nasal cannula in critically ill infants, children and adults: A critical review of literature. *Intensive Care Med.* 2013;39:247-257.
- Ward J. High flow oxygen administration by nasal cannula for adults and perinatal patients. *Respir Care.* 2013;58:98-122.
- Holleman-Duray D, Kaupie D, Weiss MG. Heated humidified high flow nasal cannula: use and a neonatal early extubation protocol. *J Perinatol.* 2007;27:776-781.
- Spentzas T, Minarik M, Patters AB, Vinson B, Stidham G. Children with respiratory distress treated with high-flow nasal cannula. *J Intensive Care Med.* 2009;24:323-328.
- Groves N, Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers. *Aust Crit Care.* 2007;20:126-131.
- Dysart K, Miller T, Wolfson M, Shaffer T. Research in high flow therapy: Mechanism of action. *Resp Med.* 2009;103:1400-1405.
- Wettstein R, Shelley D, Peters J. Delivered oxygen concentrations using low-flow and high-flow nasal cannulas. *Respir Care.* 2005;50:604-609.
- Chatila W, Nugent T, Vance G, Gaugan J, Criner C. The effects of high-flow vs low-flow oxygen on exercise in advanced obstructive airways disease. *Chest.* 2004;126:1108-1115.
- Milesi C, Baleine J, Matecki S, Durand S, Combes C, Novais A, Cambronie G. Is treatment with a high flow nasal cannula effective in acute viral bronchiolitis? A physiologic study. *Intensive Care Med.* 2013;39:1088-1094.
- Corley A, Caruana L, Barnett A, Tronstad O, Fraser J. Oxygen delivery through high-flow nasal cannulae increase end-expiratory lung volume and reduce respiratory rate in postcardiacsurgical patients. *Br J Anaesth.* 2011;107:998-1004.
- Parke R, McGuinness S, Eccleston M. Nasal high-flow therapy delivers low level positive airway pressure. *Br J Anaesth.* 2009;103:886-890.
- Spence K, Kilian C. High-flow nasal cannula as a device to provide continuous positive airway pressure in infants. *J Perinatol.* 2007;27:772-775.
- Hough J, Trang M, Schibler A. Physiological effect of high-flow nasal cannula in infants with bronchiolitis. *Pediatr Crit Care Med.* 2014;15:e214-e219.
- Rubin A, Ghuma A, Deaker T, Khemani R, Ross P, Newth J. Effort of breathing in children receiving high flow nasal cannula. *Pediatr Crit Care Med.* 2014;15:1-6.
- Greenspan J, Wolfson M, Shaffer T. Airway responsiveness to low inspired gas temperature in preterm neonates. *J Pediatr.* 1991;118:443-445.
- Chanques G, Constantin J, Sauter M, Jung B, Sebbane M, Verzilli D, Lefrant J, Jaber S. Discomfort associated with underhumidified high-flow oxygen therapy in critically ill patients. *Intensive Care Med.* 2009;35:996-1003.
- Roca O, Riera J, Torres F, Masclans J. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care.* 2010;55:408-413.
- Miller M, DiFiore J, Strohl K, Martin R. Effects of nasal CPAP on supraglottic and total pulmonary resistance in preterm infants. *J Appl Physiol.* 1990;68:141-146.
- Klausner F, Lee A, Hutchison A. Decreased imposed work with a new nasal continuous positive airway pressure device. *Pediatr Pulmonol.* 1996;22:188-194.
- Arora B, Mahajan P, Zidan M, Sethuraman U. Nasopharyngeal airway pressures in bronchiolitis patients treated with high-flow nasal cannula oxygen therapy. *Pediatr Emerg Care.* 2012;28:1179-1184.
- Pham T, O'Malley L, Mayfield S, Martin S, Schibler A. The Effect of High Flow Nasal Cannula Therapy on the Work of Breathing in Infants with Bronchiolitis. *Pediatr Pulmonology.* 2015;50:713-720.
- Wing R, James C, Maranda L, Armsby C. Use of High-Flow Nasal Cannula Support in the Emergency Department Reduces the Need for Intubation in Pediatric Acute Respiratory Insufficiency. *Pediatr Emerg Care.* 2012;28:1117-1123.
- McKierman C, Chadrick L, Visintainer P, Allen H. High flow nasal cannulae therapy in infants with bronchiolitis. *J Pediatr.* 2010;156:634-638.
- Schibler A, Pham T, Dunster K, Foster K, Barlow A, Gibbons K, Hough J. Reduced intubation rates for infants after introduction of high-flow nasal prong oxygen delivery. *Intensive Care Med.* 2011;37:847-852.
- Hegde S, Prodhon P. Serious Air Leak Syndrome Complicating High-Flow Nasal Cannula Therapy: A Report of 3 Cases. *Pediatrics.* 2013;131:e939-e944.
- Mayfield S, Jauncey-Cooke J, Hough J, Schibler A, Gibbons K, Bogossian F. High-flow nasal cannula therapy for respiratory support in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014. Mar 7, (3):CD009850.
- Beggs S, Wong Z, Kaul S, Ogden K, Walters J. High-flow nasal cannula therapy for infants with bronchiolitis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 Jan 20;(1):CD009609.
- Franklin D, Dalziel S, Schlapbach L, Babl FE, Oakley E, Craig S, Furry J, Neutze J, Sinn K, Whitty J, Gibbons K, Fraser J, Schibler A. Early high flow nasal cannula therapy in bronchiolitis, a prospective randomised control trial (protocol): A Paediatric Acute Respiratory Intervention Study (PARIS). *BMJ Pediatr.* 2015;15:183
- Kelly G, Simon H, Sturm J. High-Flow Nasal Cannula Use in Children With Respiratory Distress in the Emergency Department. Predicting the Need for Subsequent Intubation. *Pediatr Emerg Care.* 2013;29:888-892.
- Mayfield S, Bogossian F, O'Malley L, Schibler A. High-flow nasal cannula oxygen therapy for infants with bronchiolitis: Pilot study. *J Paediatr Child Health.* 2014;50:373-378.
- Abboud P, Roth P, Skiles C, Stolfi A, Rowin M. Predictors of failure in infants with viral bronchiolitis treated with high-flow, high-humidity nasal cannula therapy. *Pediatr Crit Care Med.* 2012;13:e343-9
- Wegner A, Cespedes P, Godoy ML, Erics P, Urrutia U, Venthur C, Labbé L, Riquelme H, Sanchez C, Vera W, Wood D, Contreras JC, Urrutia E. Cánula nasal de alto flujo en lactantes: experiencia en una unidad de paciente crítico. *Rev Chil Pediatr.* 2015;86:173-181.
- Gonzalez F, Gonzalez M, Rodriguez R. Impacto clínico de la implantación de la ventilación por alto flujo de oxígeno en el tratamiento de la bronquiolitis en una planta de hospitalización pediátrica. *An Pediatr (Barc.).* 2013;78:210-215.
- Bressan S, Balzani M, Krauss B, Pettenazzo A, Zanconato S, Baldi E. High-flow nasal cannula oxygen for bronchiolitis in a pediatric ward: a pilot study. *Eur J Pediatr.* 2013;172:1649-1656.