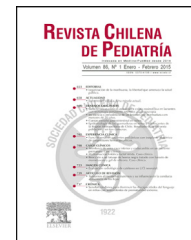




REVISTA CHILENA DE PEDIATRÍA

www.elsevier.es/rchp



ARTÍCULO ORIGINAL

Cánula nasal de alto flujo en lactantes: experiencia en una unidad de paciente crítico

Adriana Wegner A.^{a,*}, Pamela Céspedes F.^a, María Loreto Godoy M.^a, Pedro Erices B.^a, Luis Urrutia C.^a, Carina Venthur U.^b, Marcela Labbé C.^b, Hugo Riquelme M.^c, Cecilia Sanchez J.^d, Waldo Vera V.^c, David Wood V.^c, Juan Carlos Contreras C.^c y Efrén Urrutia S.^c

^a *Pediatra Intensivista, Unidad de Paciente Crítico Pediátrico (UPCP), Complejo Asistencial Dr. Sotero del Río, Santiago, Chile*

^b *Pediatra, UPCP Complejo Asistencial Dr. Sotero del Río, Santiago, Chile*

^c *Terapeuta Respiratorio, UPCP Complejo Asistencial Dr. Sotero del Río, Santiago, Chile*

^d *Enfermera, UPCP Complejo Asistencial Dr. Sotero del Río, Santiago, Chile*

Recibido el 10 de octubre de 2014; aceptado el 11 de febrero de 2015

PALABRAS CLAVE

Cánula nasal de alto flujo;
Lactantes;
Oxigenoterapia;
Falla respiratoria aguda

Resumen

Introducción: La cánula nasal de alto flujo (CNAF) es un método de soporte respiratorio cada vez más utilizado en pediatría por sus resultados y seguridad.

Objetivo: Determinar la efectividad de la CNAF, evaluar factores asociados a fracaso y complicaciones relacionadas con su uso en lactantes.

Pacientes y método: Se analizaron los datos demográficos, clínicos, gasométricos, radiológicos y complicaciones de los pacientes conectados a CNAF en una unidad crítica entre junio de 2012 y septiembre de 2014. Se compararon los pacientes que fracasaron con los respondedores a CNAF, considerándose fracaso la necesidad de un mayor soporte respiratorio durante las primeras 48 h de conexión. Se utilizó test de Kolmogorov Smirnov, U de Mann-Whitney, Chi cuadrado, test exacto de Fisher, correlaciones y Modelo de regresión logística binaria para $p \leq 0,05$.

Resultados: Un total de 109 pacientes. Mediana de edad y peso: 1 mes (0,2-20 meses) y 3,7 kg (2-10 kg); percentil 95: 3,7 meses y 5,7 kg respectivamente. El diagnóstico y patrón radiológico más frecuente fue bronquiolitis (53,2%) e infiltrado intersticial (56%). Un 70,6% respondió. Hubo diferencia significativa entre fracaso y respuesta en el diagnóstico ($p=0,013$), radiografía ($p=0,018$), contexto de conexión ($p<0,0001$), pCO_2 (mediana 40,7 mm Hg [15,4-67 mm Hg] versus 47,3 mm Hg [28,6-71,3 mm Hg], $p=0,004$) y horas de CNAF (mediana 60,75 h [5-621,5 h] versus 10,5 h [1-29 h], $p<0,0001$). El OR de $PCO_2 \geq 55$ mm Hg para fracaso fue 2,97 (IC 95%: 1,08-8,17; $p=0,035$). Ningún paciente falleció ni registró complicaciones.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: awegnera@gmail.com (A. Wegner A.).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.06.003>

0370-4106/© 2015 Sociedad Chilena de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Cómo citar este artículo: Wegner A. A, et al. Cánula nasal de alto flujo en lactantes: experiencia en una unidad de paciente crítico. Rev Chil Pediatr. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.06.003>

Conclusión: El porcentaje de éxito observado fue similar a lo publicado. En esta muestra el fracaso de CNAF solo se asoció a una $p\text{CO}_2$ inicial ≥ 55 mm Hg. Su uso se consideró seguro al no reportarse complicaciones relacionadas a su utilización. Se requiere de un estudio multicéntrico, aleatorizado y controlado para contrastar estos resultados.

© 2015 Sociedad Chilena de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

High flow nasal cannula;
Infants;
Oxygen therapy;
Acute respiratory failure

High flow nasal cannula in infants: Experience in a critical patient unit

Abstract

Introduction: The high flow nasal cannula (HFNC) is a method of respiratory support that is increasingly being used in paediatrics due to its results and safety.

Objective: To determine the efficacy of HFNC, as well as to evaluate the factors related to its failure and complications associated with its use in infants.

Patients and method: An analysis was performed on the demographic, clinical, blood gas, and radiological data, as well as the complications of patients connected to a HFNC in a critical care unit between June 2012 and September 2014. A comparison was made between the patients who failed and those who responded to HFNC. A failure was considered as the need for further respiratory support during the first 48 hours of connection. The Kolmogorov Smirnov, Mann-Whitney U, chi squared and the Exact Fisher test were used, as well as correlations and a binary logistic regression model for $P \leq .05$.

Results: The study included 109 patients, with a median age and weight: 1 month (0.2-20 months) and 3.7 kg (2-10 kg); 95 percentile: 3.7 months and 5.7 kg, respectively. The most frequent diagnosis and radiological pattern was bronchiolitis (53.2%) and interstitial infiltration (56%). Around 70.6% responded. There was a significant difference between failure and response in the diagnosis ($P = .013$), radiography ($P = .018$), connection context ($P < .0001$), $p\text{CO}_2$ (median 40.7 mmHg [15.4-67 mmHg] versus 47.3 mmHg [28.6-71.3 mmHg], $P = .004$) and hours on HFNC (median 60.75 hrs [5-621.5 hrs] versus 10.5 hrs [1-29 hrs], $P < .0001$). The OR of the $p\text{CO}_2 \geq 55$ mmHg for failure was 2.97 (95% CI; 1.08-8.17; $P = .035$). No patient died and no complications were recorded.

Conclusion: The percentage success observed was similar to that published. In this sample, the failure of HFNC was only associated with an initial $p\text{CO}_2 \geq 55$ mmHg. On there being no complications reported as regards its use, it is considered safe, although a randomised, controlled, multicentre study is required to compare and contrast these results.

© 2015 Sociedad Chilena de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La oxigenoterapia de alto flujo por vía nasal es una modalidad ventilatoria no invasiva alternativa de menor complejidad en relación con otros sistemas de soporte respiratorio no invasivo. Inicialmente utilizada en las unidades de cuidados intensivos (UCI) neonatales para el tratamiento de prematuros con apneas y/o como coadyuvante en el período postextubación, este sistema rápidamente se extendió a la población adulta y pediátrica como una herramienta de apoyo ventilatorio más para diferentes escenarios clínicos^{1,2}.

El concepto de alto flujo nasal implica la entrega de una mezcla de gas y oxígeno que alcanza o excede la demanda inspiratoria espontánea del paciente. Así, un sistema de alto flujo puede corresponder a 1-2 l por minuto (lpm) en neonatos y a flujos más altos (6 lpm hasta 60 lpm) en lactantes, niños mayores y adultos. Para evitar daño de la vía aérea, la administración de esta terapia requiere de

unas condiciones de humedad y calefacción adecuadas y, por lo tanto, de sistemas que puedan cumplir con estos requisitos²⁻⁵.

El sistema de oxígeno de alto flujo —cánula nasal de alto flujo (CNAF)— consiste en una cánula nasal con dientes más cortos y rígidos de lo habitual, cuya conexión distal va unida a un circuito ventilatorio específico, que a su vez se conecta a un sistema de humectación y calefacción (idealmente servocontrolado) al que se une la mezcla de oxígeno y gas² (fig. 1).

En pediatría la CNAF se ha reportado como una buena herramienta terapéutica para casos de dificultad respiratoria de diverso tipo (bronquiolitis, neumonía, insuficiencia cardíaca congestiva, etc.), como soporte respiratorio postextubación, como parte del destete de ventilación mecánica no invasiva (VMNI) convencional, como apoyo respiratorio a niños con enfermedad neuromuscular y en casos de apneas del prematuro. Específicamente se ha descrito que en lactantes con bronquiolitis la CNAF disminuiría la

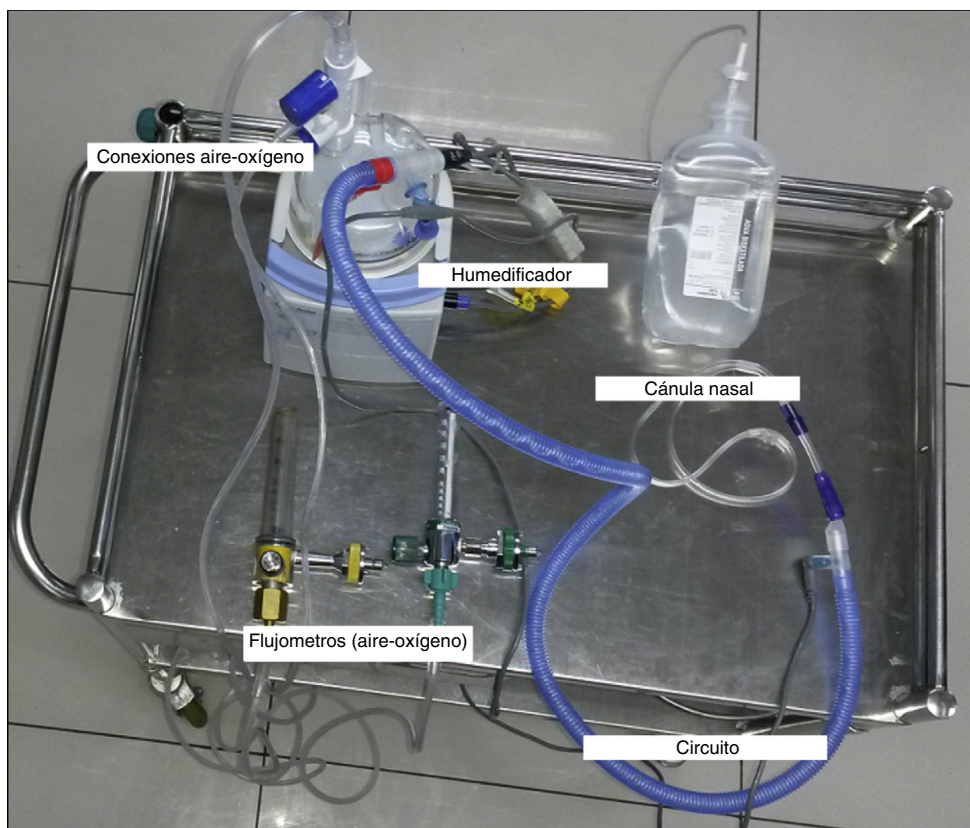


Figura 1 Sistema de cánula nasal de alto flujo.

tasa de intubación, siendo cada vez más frecuente su uso en esta enfermedad^{1,6-8}.

Considerando la evidencia existente, la epidemiología y la alta demanda asistencial en los meses invernales, la unidad de paciente crítico pediátrico (UPCP) del Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río (CASR) implementó en el año 2012 el uso de la CNAF como parte del soporte respiratorio no invasivo de lactantes, registrándose de forma estandarizada desde esa fecha a todos los pacientes conectados a CNAF. El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de la CNAF, evaluar posibles factores asociados a su fracaso mediante la comparación de los pacientes respondedores versus los que fracasaron y evaluar las potenciales complicaciones asociadas a su uso.

Pacientes y métodos

Se realizó un estudio longitudinal descriptivo entre junio de 2012 a septiembre de 2014 respecto de las características de los pacientes conectados a CNAF en la UPCP del CASR. La determinación de conexión a CNAF quedó a criterio del médico, según su evaluación clínica subjetiva respecto del no requerimiento de VMNI con doble nivel de presión (por ejemplo, obstrucción bronquial leve a moderada, radiografía con patrón intersticial y/o compromiso parenquimatoso menor a un cuadrante). No se consideraron candidatos a CNAF aquellos pacientes con inestabilidad hemodinámica, PCR recuperado, compromiso de conciencia (escala de Glasgow ≤ 8),

alteración anatómica de la vía aérea superior, cirugía o trauma facial, cardiopatía congénita cianótica, compromiso radiológico parenquimatoso de más de un cuadrante, insuficiencia respiratoria global severa ($\text{pH} < 7,25$ por hipercapnia).

El sistema de CNAF utilizado en todos los pacientes consistió en una cánula nasal especial (BT2755 Fisher & Pykel Healthcare[®]) unida a un circuito (RT 329, Fisher & Pykel Healthcare[®]) conectado a un humidificador no servocontrolado (Fisher & Pykel Healthcare[®] HC150), por su franco menor costo respecto a los servocontrolados. Considerando esto, se intercaló una trampa de agua en la rama inspiratoria del circuito con el fin de controlar la potencial condensación. La unión del humidificador a la mezcla gas/oxígeno se realizó mediante 2 entradas, que fueron conectadas a 2 flujómetros estándar (0-15 l/min) por separado (gas y oxígeno). La cantidad de lpm utilizada al inicio del soporte fue de 2 l/kg/min^{8,9}, con un tope máximo de 12 lpm, que correspondía al límite máximo de lo tolerado por las cánulas y circuitos adquiridos por nuestra unidad hasta ese momento. Por las características del circuito utilizado en esta experiencia, la FIO_2 no fue medida regularmente, y los lpm de oxígeno se titularon de acuerdo a la saturometría de pulso del paciente. Una vez superada la condición clínica comenzó la retirada del soporte disminuyendo el flujo en forma paulatina (cada 1-2 h), pasando a oxigenoterapia nasal convencional al alcanzar los 3-4 l/min con buena saturometría asociada^{9,10}.

Para cada paciente conectado se llenó un formulario estándar —de responsabilidad del médico tratante— en el

cual se consignó: edad, sexo, peso, antecedentes de prematuridad, edad corregida, comorbilidad, diagnóstico de ingreso, contexto de conexión a CNAF, radiografía pre-conexión, pH preconexión, presión parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$) preconexión, respuesta o no respuesta a CNAF, causa de la no respuesta y horas de uso de la CNAF (dato obtenido desde el registro estadístico de los terapeutas respiratorios de la unidad).

De acuerdo al Protocolo de conexión a VMNI vigente en nuestra unidad el contexto de conexión a CNAF se definió en «nivel de soporte I», «nivel de soporte II», «nivel de soporte III» adicionándose, de acuerdo a lo registrado, las categorías «destete de VMI» y «pausas respiratorias/apnea». La condición «nivel de soporte» categoriza el nivel de dificultad respiratoria de un paciente candidato a soporte no invasivo. Esta considera variables como frecuencia respiratoria, uso de musculatura accesoria, requerimiento de FIO_2 , gasometría y respuesta a terapia convencional (oxígeno, broncodilatación ya sea beta 2, adrenalina, bromuro de ipatropio, juntos o por separado, corticoides). Se clasifica en 3 niveles: «soporte I», que corresponde a polipnea para la edad y requerimiento de una $\text{FIO}_2 \geq 45\%$ para una saturación mínima de 94% que no responde a terapia convencional; «soporte II», que es el soporte I asociado a retracción/uso de musculatura accesoria y «soporte III», que corresponde al soporte II asociado a una $p\text{CO}_2 \geq 45$ mm Hg con o sin pH alterado en la gasometría.

En todos los pacientes conectados a CNAF se contó con una radiografía y una gasometría por punción arterial, ambos exámenes solicitados previamente en la unidad de urgencia como parte de su evaluación inicial en aquella unidad. El patrón radiológico se clasificó en 3 categorías, de acuerdo al hallazgo predominante: solo intersticial, condensación (atelectasia y/o neumonía, con o sin intersticio) y normal. Tanto la gasometría como la radiografía fueron controladas pos-conexión a CNAF, solo si la condición clínica del paciente realmente lo ameritaba, de tal manera que se evitaran punciones e irradiaciones innecesarias.

La eficacia de la CNAF se estimó según el éxito o fracaso de esta terapia. El fracaso a la CNAF se definió como la necesidad de conexión a VMNI con doble nivel de presión (IPAP/EPAP) y/o requerimiento de intubación dentro de las primeras 48 h de instaurada esta terapia, lo cual fue definido por el médico a cargo de forma predominantemente clínica (persistencia o empeoramiento de la dificultad respiratoria, necesidad de aumentar el soporte respiratorio en el contexto de destete, persistencia de pausas/apneas) apoyado en algunos casos con gasometría. Posterior a la definición de fracaso a CNAF, el apoyo con VMNI a doble presión o intubación directa quedó a criterio del médico según su evaluación clínica.

Para intentar determinar los posibles factores asociados a fracaso de CNAF se contrastaron las características de los pacientes respondedores versus los que fracasaron (edad, sexo, peso, contexto de conexión, etc.). Para efectos de análisis, la $p\text{CO}_2$ preconexión se dicotomizó de forma arbitraria respecto al percentil 90 del nivel de $p\text{CO}_2$ preconexión de los pacientes respondedores, de tal manera que se incorporara a la mayoría de los pacientes respondedores en la comparación con los que fracasaron.

La seguridad de la CNAF se evaluó mediante la frecuencia de ocurrencia de complicaciones (distensión gástrica,

escape aéreo, lesiones de mucosa nasal, obstrucción de cánula por secreciones), que en caso de ser advertidas, debían consignarse también el registro de cada paciente.

El correcto mantenimiento y funcionamiento del sistema (posición de la cánula en el paciente, permeabilidad de la cánula, humectación, conexiones correctas, etc.) fue monitoreada permanentemente por el equipo de terapeutas respiratorios de la unidad. Los cuidados de enfermería fueron similares a los de un paciente con cánula nasal tradicional. Todos los pacientes poseían una sonda nasogástrica, la cual se considera parte del manejo habitual de los pacientes con soporte respiratorio ingresados en nuestra unidad. Las terapias aerosolizadas se realizaron mediante nebulizadores estándar con la CNAF *in situ*.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresaron en medianas con sus respectivos rangos. Las variables categóricas se expresaron en frecuencias y porcentajes. La normalidad de las variables continuas se evaluó mediante el test de Kolmogorov Smirnov, lo que determinó la decisión de utilizar test estadísticos no paramétricos para todas las variables (sin distribución normal). De esta manera, las variables continuas fueron comparadas mediante el test de U de Mann-Whitney para muestras independientes y las variables cualitativas mediante el test de Chi cuadrado y test exacto de Fisher según correspondiera. La intensidad y significación de la asociación de las variables con la respuesta a CNAF se evaluó utilizando la correlación Rho Spearman, correlación ν de Cramer o coeficiente de contingencia, según la atingencia. Las variables significativas para fracaso a CNAF se analizaron en un modelo de regresión logística binaria para determinar la *odds ratio* con sus respectivos intervalos de confianza (OR, IC 95%). Todos los resultados se consideraron significativos con una $p \leq 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 20.

Resultados

Durante el período analizado se registraron 125 pacientes conectados a CNAF, de los cuales 16 fueron excluidos por un registro incompleto de datos. Ninguno de los pacientes registrados se conectó a CNAF como manejo alternativo a VMNI de doble soporte.

De los 109 pacientes analizados, el 56% correspondió a hombres y el 44,0% a mujeres. Las medianas de edad cronológica y de peso fueron un mes (0,2-20 meses) y 3,7 kg (2-10 kg) con el percentil 95 ubicado en 3,7 meses y 5,7 kg respectivamente. Del grupo total 33,0% tenían antecedentes de prematuridad, con una mediana de edad corregida de 39,5 semanas (36-48 semanas). Un 21,1% de los pacientes tenía una comorbilidad asociada (síndrome bronquial obstructivo recurrente, cardiopatía congénita acianótica, síndrome de Down, displasia broncopulmonar oxígeno dependiente, síndrome hipotónico en estudio, hemorragia intracraneana grado I por prematuridad, otros).

Los diagnósticos de ingreso más frecuentes de los pacientes conectados a CNAF fueron: bronquiolitis (53,2%), neumonía (18,3%), pausas respiratorias/apnea (7,3%), sepsis (7,3%) y otros (13,8%).

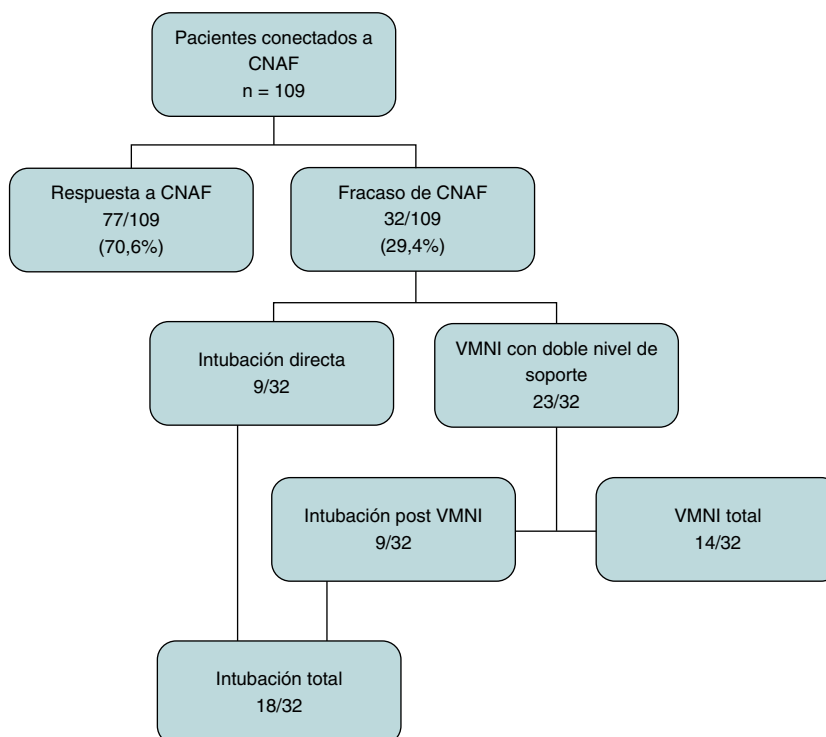


Figura 2 Distribución de los pacientes según respuesta o fracaso a CNAF. CNAF: cánula nasal de alto flujo; VMNI: ventilación mecánica no invasiva.

Los patrones radiológicos pre-conexión a CNAF fueron patrón intersticial en un 56%, condensación (atelectasia o neumonía) 32,1% y una radiografía normal en un 11,9%. El patrón condensación de todos los pacientes que lo poseían consistió en el compromiso parenquimatoso de un solo cuadrante radiológico.

El contexto de conexión a CNAF fue soporte I en un 3,7% de los pacientes, soporte II en un 42,2%, soporte III en un 41,3%, destete en un 3,7% y pausas respiratorias en un 9,2%.

La mediana de la pCO₂ preconexión fue de 44 mm Hg (15,4-71,3 mm Hg) y del pH preconexión 7,34 (7,0-7,52). Hubo un paciente conectado a CNAF con un pH 7,0 y PCO₂ 15,4 mm Hg que correspondió a un lactante que cursó con una reacción adversa a medicamentos con acidosis metabólica severa, y quien se compensó rápidamente posmanejo.

En relación con las horas de uso de CNAF, la mediana del grupo total fue 43,7 h (1-621,5 h), correspondiendo el mayor número de horas registrado a una lactante portadora de una cardiopatía congénita acianótica.

Un 70,6% de los pacientes respondió a la conexión a CNAF y un 29,4% debió conectarse a otro tipo de soporte respiratorio (fig. 2). Del total de pacientes intubados 5 tenían como diagnóstico de ingreso bronquiolitis, 6 neumonía, uno pausas respiratorias/apnea, uno sepsis y 5 otros. Las causas de fracaso fueron progresión y/o aparición de atelectasias (n = 14), progresión de neumonía (n = 7), persistencia o aumento de la obstrucción bronquial (n = 2), apnea (n = 3), progresión a shock (n = 3), insuficiencia cardíaca (n = 1), convulsión (n = 1) y obstrucción de vía aérea alta (n = 1). Ningún paciente falleció ni registró complicaciones secundarias al uso de CNAF.

El percentil 90 de la pCO₂ preconexión de los pacientes respondedores se ubicó en 55 mm Hg, valor que se utilizó para la dicotomización de esta variable.

Al analizar a los pacientes respondedores versus los que fracasaron a CNAF, no se encontró diferencia significativa en la edad cronológica, edad corregida, sexo, peso, antecedentes de prematuridad, comorbilidad, ni pH preconexión. Sin embargo, sí se observó diferencia respecto a las variables diagnóstico de ingreso (p = 0,013), radiografía pre conexión (p = 0,018), contexto de conexión (p < 0,0001), pCO₂ preconexión (40,7 mm Hg [15,4-67 mm Hg] versus 47,3 mm Hg [28,6-71,3 mm Hg], p = 0,004) y horas de uso de CNAF (60,75 h [5-621,5 h] versus 10,5 h [1-29 h], p < 0,0001). El porcentaje de pacientes con pCO₂ ≥ 55 mm Hg fue de 10,4% en los respondedores y de 34,4% en los que fracasaron, diferencia que resultó significativa (p = 0,001) (tabla 1).

Al correlacionar las variables con el fracaso a CNAF se encontró asociación débil entre diagnóstico de ingreso (r = 0,23, p = 0,013), contexto preconexión (r = 0,26, p < 0,0001) y radiografía preconexión (r = 0,21, p = 0,018). También la asociación fue débil entre pCO₂ preconexión (r = 0,28, p = 0,003), PCO₂ ≥ 55 mm Hg (r = 0,292, p = 0,001). Las horas de uso de CNAF tuvieron una asociación positiva fuerte (r = 0,726, p < 0,0001).

La regresión logística mostró que solo una PCO₂ preconexión ≥ 55 mm Hg resultaba significativa para predecir el fracaso de CNAF con una OR de 2,97 (IC 95%: 1,08-8,17; p = 0,035) (tabla 2).

El percentil 50 de las horas de CNAF de los pacientes que fracasaron se ubicó en 10,3 h, el percentil 25 en 3,6 h y el percentil en 10 en 2 h.

Tabla 1 Comparación entre pacientes respondedores y no respondedores

Variable	Respondedor (n = 77)	No respondedor (n = 32)	p
Sexo			
Masculino	39	22	0,043
Femenino	38	10	
Edad cronológica (meses)			
	Mediana 1 m 0,2-12 m	Mediana 1,4 m 0,3-20 m	0,218
Peso (kg)			
	Mediana 3,7 kg 2,0-9,9 kg	Mediana 3,5 kg 2,5 - 10, kg	0,452
Antecedentes de prematuridad			
	23 (29,9%)	13 (40%)	0,3
Edad corregida en prematuros (semanas)			
	Mediana 38,5 sem 36-48 sem	Mediana 41 sem 37-46 sem	0,202
Comorbilidad			
Diagnósticos			
Bronquiolitis	44 (57,1%)	14 (43,8%)	0,013
Neumonía	10 (13,0%)	10 (31,2%)	
Pausas respiratorias/apnea	7 (9,1%)	1 (3,1%)	
Sepsis	6 (7,8%)	2 (6,3%)	
Otros	10 (13,0)	5 (15,6%)	
Radiografía preconexión			
Intersticio	47 (61%)	14 (43,8%)	0,018
Condensación	20 (26%)	15 (46,9%)	
Normal	10 (13,0%)	3 (9,3%)	
Contexto de conexión a CNAF			
Soporte I	2 (2,6%)	2 (6,3%)	< 0,0001
Soporte II	40 (51,9%)	7 (21,9%)	
Soporte III	26 (33,8%)	18 (56,2%)	
Destete de VMI	2 (2,6%)	2 (6,3%)	
Pausas respiratorias	7 (9,1%)	3 (9,3%)	
pCO₂ preconexión			
	Mediana 41,3 mm Hg 15.4-67.1 mm Hg	Mediana 47,3 mm Hg 28,6-71,3 mm Hg	0,004
pCO₂ dicotomizada			
< 55 mm Hg	69 (89,6%)	21 (65,6%)	0,001
≥ 55 mm Hg	8 (10,4%)	11 (34,4%)	
pH preconexión			
	Mediana 7,34 7,0-7,5	Mediana 7,32 7,2-7,5	0,373
Horas de CNAF			
	Mediana 60,5 h 5-621,5 h	Mediana 10,5 h 1-29 h	< 0,0001

CNAF: cánula nasal de alto flujo; pCO₂: presión parcial de dióxido de carbono; VMI: ventilación mecánica invasiva.
p < 0,05.

Discusión

La mayoría de los pacientes conectados a CNAF correspondió a lactantes < 4 meses con un peso ≤ 6 kg, cursando predominantemente un proceso patológico respiratorio agudo (bronquiolitis, neumonía). La tasa de éxito observada fue del 70,6%, cifra que concordaría con las tasas reportadas (69% a 98%), más aún considerando que en todas ellas el fracaso de CNAF se midió solo por la necesidad de intubación^{7,11-13}. Asimismo, la tasa de intubación de los pacientes cuyo diagnóstico de ingreso fue bronquiolitis (5/58) fue también similar a lo descrito en la literatura^{6,11,13-17}.

La mitad de los pacientes que fracasó lo hizo dentro de las primeras 10 h de uso de CNAF, si bien ya en los primeros 60-120 min esto podría predecirse^{6,13}, tal como ocurrió en el 10% de este grupo de niños analizados.

Respecto a los factores asociados a fracaso de CNAF, Abboud et al.¹⁸, en un grupo de 113 niños con bronquiolitis, observaron que los pacientes respondedores y los que fracasaban (medido por requerimiento de intubación) diferían significativamente en los niveles de pCO₂ preconexión (56 ± 12 mm Hg versus 67 ± 17 mm Hg, p < 0,001) y que, adicionalmente, un aumento en 5 mm Hg en la pCO₂ posconexión a CNAF se asociaba a un OR de fracaso de 1,34 (IC 95%: 1,08-1,67, p = 0,007). También encontraron diferencias en la frecuencia respiratoria preconexión, la cual era menor en los que fracasaban (54 ± 17 versus 44 ± 14, p = 0,018) con una OR para no respuesta de 0,96 (IC 95% 0,92-0,99, p = 0,017) por cada disminución de una respiración/min. Pese a que el pH fue significativamente mayor en los respondedores, no encontraron diferencia al realizar el análisis de regresión logística. Kelly et al.¹², en una cohorte retrospectiva de 498 pacientes menores de 2 años con enfermedad

Tabla 2 Regresión logística binaria

Variables	p	OR	IC 95%	
			Inferior	Superior
<i>Diagnósticos</i>	0,231			
Bronquiolitis	0,486	1,502	0,479	4,706
Neumonía	0,806	1,173	0,330	4,170
Pausas respiratorias /apneas	0,087	2,789	0,863	9,016
Otros	0,808	0,821	0,169	4,004
<i>Radiografía preconexión</i>	0,075			
Patrón intersticial	0,471	0,661	0,214	2,039
Condensación	0,036	0,350	0,131	0,934
<i>Contexto de conexión a CNAF</i>	0,118			
Soporte I	0,911	1,102	0,202	6,025
Soporte II	0,900	1,111	0,217	5,699
Soporte III	0,070	0,249	0,055	1,118
Destete de VMI	0,764	1,206	0,355	4,101
<i>pCO₂ preconexión</i>	0,261	1,009	0,993	1,025
<i>pCO₂ ≥ 55 mm Hg</i>	0,035	2,970	1,079	8,170

CNAF: cánula nasal de alto flujo; OR: *odds ratio*; pCO₂: presión parcial de dióxido de carbono; VMI: ventilación mecánica invasiva.
p < 0,05.

respiratoria predominante, encontraron que factores de riesgo para fracaso a CNAF (medida por necesidad de intubación) eran una frecuencia respiratoria mayor al percentil 90 para la edad (OR 2,11, IC 95% 1,01-4,43), una pCO₂ inicial > 50 mm Hg (OR 2,51; IC 95% 1,06-5,98) y un pH inicial < 7,3. Al igual que estos autores, nuestros resultados mostraron que, efectivamente, la pCO₂ preconexión difería significativamente entre respondedores y quienes fracasaban, y que una pCO₂ inicial elevada (en nuestro caso ≥ 55 mm Hg) se asociaba a un riesgo significativo mayor de fracaso. Sin embargo, no encontramos diferencia en el pH pre-conexión, lo que podría explicarse quizás porque los pacientes conectados a CNAF en nuestra unidad aún contaban con una reserva suficiente como para compensar el nivel de pH, pese la elevación de CO₂.

Si bien no se registró específicamente la frecuencia respiratoria previo a la conexión de los pacientes a CNAF, la categoría «nivel de soporte» lleva implícita esta medición y, en relación con esta, encontramos diferencia entre respondedores y quienes fracasaron, siendo mayor el fracaso a mayor nivel de soporte, aunque esto no alcanzó significación en la regresión logística. Asimismo, tanto el diagnóstico de ingreso como el patrón radiológico fueron diferentes entre respondedores y no respondedores a CNAF, sin embargo esto tampoco logró demostrarse en el análisis de regresión. Al igual que lo reportado, no encontramos diferencias respecto a la edad cronológica ni corregida, peso, antecedentes de prematuridad y comorbilidad.

La CNAF es una herramienta de soporte respiratorio cada vez más expandida y aceptada en la población pediátrica por sus beneficiosos efectos sobre la oxigenación, ventilación y comodidad del paciente¹⁻². Dentro de los mecanismos de acción que explicarían la eficacia de la CNAF se cuentan: a) 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)^{2,19-21}; b) lavado del espacio muerto

nasofaríngeo (efecto *wash-out*) que contribuye a mejorar la fracción alveolar de gases, tanto para el dióxido de carbono como para el oxígeno^{19,22}; c) generación de una presión distendente secundaria a la administración continua de un alto flujo de gas que determina una resistencia espiratoria, la cual variaría según «boca abierta o cerrada», sin perderse. Esta presión generada 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^{8,21,23-27}; d) provisión de una humidificación correcta a la vía aérea, lo que mejoraría la mecánica respiratoria al favorecer la conductabilidad del gas y el trabajo metabólico del acondicionamiento de gas inhalado^{28,29}, además de mejorar la comodidad del paciente^{29,30}; y e) 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^{27,31,32}.

La CNAF representaría una alternativa a la administración de CPAP no invasivo en aquellos pacientes con dificultad leve a moderada en diversos contextos clínicos, siendo la bronquiolitis el escenario más estudiado en la población pediátrica, donde su uso se ha asociado a una disminución en los requerimientos de intubación^{1,6,7,11,12,14-16}. Como modalidad de apoyo respiratorio no invasivo es más confortable, más fácil de implementar y monitorear, lo que ha permitido su utilización cada vez más expandida en unidades de hospitalización de menor complejidad y unidades de urgencia^{11,15-17,33}. La implementación de la CNAF en nuestra unidad permitió adquirir familiaridad con el sistema y evaluar su sencillez al requerir solo una moitorización habitual por parte de terapeutas respiratorios y de cuidados de enfermería considerados como habituales para pacientes con oxigenoterapia nasal convencional. Del mismo modo se pudo

constatar sus buenos resultados (porcentaje de éxito similar a lo reportado en la literatura) y su seguridad, al no haberse reportado ninguna complicación secundaria a su uso, si bien la presencia de sonda nasogástrica en todos los pacientes conectados podría haber influido en la ausencia de distensión gástrica, complicación descrita como frecuente^{9,14}.

Dentro de las limitaciones de este estudio se cuentan el tamaño limitado de la muestra, la evaluación de la experiencia con CNAF de un solo centro, la heterogeneidad de los pacientes conectados, la subjetividad de los criterios de conexión a CNAF y la carencia de un score de dificultad respiratoria validado transversalmente aplicado a todos los pacientes, tanto en el escenario preconexión como posconexión a CNAF.

Conclusión

Si bien aún existe poca solidez en la evidencia respecto a la eficacia de la CNAF en la literatura^{16,34,35}, su rol en la terapia respiratoria ha adquirido cada vez mayor relevancia en la población pediátrica. Este es el primer estudio acerca del uso de CNAF en lactantes menores en nuestro país, reportándose una tasa de éxito similar a lo mostrado en otras publicaciones. El fracaso de la CNAF en la muestra analizada se asoció a una pCO₂ inicial ≥ 55 mmHg (percentil 90 de los pacientes respondedores de este estudio), no lográndose demostrar otra asociación significativa en el modelo de regresión logística. La implementación de la CNAF se consideró sencilla por las características semejantes a una cánula nasal convencional, requiriendo de cuidados habituales por parte del equipo de terapeutas respiratorios y de enfermería de nuestra unidad. Su uso se consideró seguro al no evidenciarse ninguna complicación relacionada con su utilización. Sin embargo, considerando las limitaciones de este estudio, estos resultados no pueden generalizarse, requiriéndose de estudios a mayor escala, idealmente multicéntricos, aleatorizados y controlados.

Conflicto de intereses

Este trabajo cumple con los requisitos sobre consentimiento/asesentimiento informado, comité de ética, financiación, estudios animales y sobre la ausencia de conflicto de intereses según corresponda.

Referencias

1. 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. *Int Care Med.* 2013;39:247.
2. Ward J. High flow oxygen administration by nasal cannula for adults and perinatal patients. *Respir Care.* 2013;58:98–122.
3. Holleman-Duray D, Kaupie D, Weiss M. Heated humidified high flow nasal cannula: Use and neonatal early extubation protocol. *J Perinatol.* 2007;27:776–81.
4. Spentzas T, Minarik M, Patters A, Vinson B, Stidham G. Children with respiratory distress treated with high flow nasal cannula. *J Intensive Care Med.* 2009;24:323–8.
5. Grobe N, Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers. *Austr Crit Care.* 2007;20:126–31.
6. McKierman C, Chadrick L, Visintainer P, Allen H. High flow nasal cannulae therapy in infants with bronchiolitis. *J Pediatr.* 2010;156:634–8.
7. 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. *Int Care Med.* 2011;37:847–52.
8. Milesi C, Baleine J, Matecki S, Durand S, Combes C, Novais A, Cambonie G. Is treatment with a high flow nasal cannula effective in acute viral bronchiolitis? A physiologic study. *Intensive Care Med.* 2013;39:1088–94.
9. High flow nasal prong HFNP oxygen guideline. The Royal Children's, Hospital Melbourne [consultado 25 Sep 2014]. Disponible en: http://www.rch.org.au/picu/about.us/High_Flow_Nasal_Prong_HFNP_oxygen_guideline/
10. Pilar J, Lopez Y, Morterue E. Oxigenoterapia de alto flujo. SECIP.201 [consultado 25 Sep 2014]. Disponible en: [file:///C:/Documents%20and%20Settings/ucpdmater/Mis%20documentos/Downloads/protocolo%20oxigenoterapia%20de%20alto%20flujo%202013%20\(4\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/ucpdmater/Mis%20documentos/Downloads/protocolo%20oxigenoterapia%20de%20alto%20flujo%202013%20(4).pdf).
11. 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;28:1179–84.
12. 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;29:888–92.
13. 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;50:373–8.
14. Brink F, Duke T, Evans J. High flow nasal prong oxygen therapy or nasopharyngeal continuous positive airway pressure for children with moderate to severe respiratory distress? *Pediatr Crit Care Med.* 2013;14:e236–331.
15. Wing R, James C, Maranda L, Armsby C. Use of high flow nasal cannula support in the emergency department reduce the need for intubation in pediatric respiratory insufficiency. *Pediatr Emerg Care.* 2012;28:1117–23.
16. Haq I, Gopalakaje S, Fenton A, McKean M, O'Brien C, Brodrie M. The evidence for high flow nasal cannula devices in infants. *Pediatr Resp Rev.* 2014;15:124–34.
17. Bressan S, Balzani M, Krauss B, Pettenazzo A, Zanconato S, Baraldi E. High-flow nasal cannula oxygen for bronchiolitis in a pediatric ward: A pilot study. *Eur J Pediatr.* 2013;172:1649–56.
18. 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;13:1–7.
19. Dysart K, Miller T, Wolfson M, Shaffer T. Research in high flow therapy: Mechanism of action. *Resp Med.* 2009;103:1400–5.
20. Wettstein R, Shelley D, Peters J. Delivered oxygen concentrations using low-flow and high-flow nasal cannulas. *Resp Care.* 2005;50:604–9.
21. 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;126:1108–15.
22. Dewan N, Bell C. Effect of low flow and high flow oxygen delivery on exercise tolerance and sensation of dyspnea. A study comparing the transtracheal catheter nasal prong. *Chest.* 1994;105:1061–605.
23. 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 post-cardiac surgical patients. *Br J Anaesth.* 2011;107:998–1004.
24. Parke R, McGuinness S, Eccleston M. Nasal high-flow therapy delivers low level positive airway pressure. *Br J Anaesth.* 2009;103:886–90.

25. Spence K, Kilian C. High-flow nasal cannula as a device to provide continuous positive airway pressure in infants. *J Perinatol.* 2007;27:772–5.
26. Hough J, Trang M, Schibler A. Physiological effect of high-flow nasal cannula in infants with bronchiolitis. *Pediatr Crit Care Med.* 2014;15:e214–9.
27. 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.
28. Greenspan J, Wolfson M, Shaffer T. Airway responsiveness to low inspired gas temperature in preterm neonates. *J Pediatr.* 1991;118:443–5.
29. 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.
30. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans J. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care.* 2010;55:408–13.
31. 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;68:141–6.
32. Klausner F J., Lee A, Hutchison A. Decreased imposed work with a new nasal continuous positive airway pressure device. *Pediatr Pulmonol.* 1996;22:188–94.
33. Kallappa C, Hufton M, Millen G. Use of high flow nasal cannula oxygen (HFNCO) in infants with bronchiolitis on a paediatric ward: A 3-year experience. *Arch Dis Child.* 2014;99:790–1.
34. Mayfield S, Jauncey-Cooke J, Hough J, Schibler A, Gibbon K, Bogosian F. High-flow nasal cannula therapy for respiratory support in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;3:CD009850, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009850.pub2>.
35. Phillips B. Towards evidence based medicine for paediatricians. QUESTION 1. Is there a role for high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent endotracheal intubation in children with viral bronchiolitis? *Arch Dis Child.* 2013;98:1018–20.