

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Uso de cánula nasal de alto flujo en falla respiratoria en adultos

Use of high flow nasal cannula in respiratory failure in adults

Uso de cânula nasal de alto fluxo na insuficiência respiratória em adultos

**Adriana Sofía Valero Ortiz¹, Flor Ángela Umbacía Salas¹,
Clara Lizeth Palencia Mojica¹, Magda Tixiana Suárez Saavedra¹,
Laura Jimena Silva Rodríguez¹.**

¹ Universidad de Boyacá. Tunja, Colombia.

*Correspondencia: Carrera 2a este No. 64-169 Tunja (Boyacá).

Teléfono: 7450000 Ext. 1304 Correo electrónico: svalero9@uniboyaca.edu.co

..... Fecha de recibido: 11-17-2017

..... Fecha de aceptación: 07-27-2018

Citar este artículo así:

Valero-Ortiz AS, Umbacía-Salas FA, Palencia-Mojica CL, Suárez-Saavedra MT, Silva-Rodríguez LJ. Uso de cánula nasal de alto flujo en falla respiratoria en adultos. Revista Investig Salud Univ Boyacá. 2019;6 (1): 170-187. <https://doi.org/10.24267/23897325.406>



RESUMEN

Introducción. La oxigenoterapia brinda un gran número de beneficios para aquellos pacientes que presentan enfermedades cardiorrespiratorias, mejora procesos fundamentales como ventilación, oxigenación y perfusión clínica. El objetivo de esta revisión de tema es analizar la evidencia de la literatura relacionada con la utilidad y uso de la cánula nasal de alto flujo, en pacientes adultos bajo cuidado intensivo, con falla respiratoria.

Materiales y métodos. Se realizó una revisión bibliográfica de 100 artículos publicados en las bases de datos Science Direct, Scopus, Ovid, Medline, Proquest y Cochrane, durante una ventana de tiempo comprendida entre 2011 y 2017. Se seleccionaron 50 artículos originales y se excluyeron 50 estudios correspondientes a revisiones de tema, de caso y a la utilización de la cánula nasal en servicios diferentes a la unidad de cuidado intensivo adulto.

Resultados. La cánula nasal de alto flujo fue utilizada en mayor proporción para el manejo terapéutico en falla hipoxémica entre leve y moderada, en falla hipercápnica y en procesos de preintubación y postextubación, con lo cual se evidenció mejoría en los parámetros clínicos y gasométricos y en el confort del paciente; además, se convirtió en una alternativa terapéutica que tiene efectos positivos sobre procesos fisiológicos.

Conclusiones. El uso de la cánula nasal de alto flujo ha demostrado beneficios en la evolución clínica de los pacientes, gracias a los efectos terapéuticos que genera en procesos como la oxigenación y ventilación, comparados con otros sistemas de oxigenación convencional; sin embargo, es necesario aumentar los estudios que validen los beneficios de este dispositivo, sobre todo en los pacientes con falla respiratoria tipo hipercápnica.

Palabras clave: fallo respiratorio, oxigenoterapia, cuidado intensivo, cánula nasal.

ABSTRACT

Introduction. Oxygen therapy provides many benefits for patients who have cardiorespiratory diseases improving ventilation, oxygenation and clinical perfusion. The aim of this review is to analyze the evidence of the literature related to the usefulness and the use of the high flow nasal cannula in adults patients who are in critical care.

Materials and methods. Was carried out a literature review of 100 published articles in database Science Direct, Scopus, Ovid, Medline, Proquest and, Cochrane, between the years 2011-2017,. We selected 50 articles originals, 50 other studies relevant to subject of case reviews and the use of the nasal cannula in different services to the adult intensive care unit were excluded.

Results. High flow nasal cannula was used in greater proportion in hypoxemic between slight and moderate in hypercapnic failure and preintubation and post-extubation processes, demonstrating improvements in clinical and geometrics' parameters and the comfort of the patient, besides becoming an alternative therapy that has positive effects on physiological processes.

Conclusions. The use of the high flow nasal cannula has shown benefits in the clinical evolution of patients, thanks to the therapeutic effects that it generates in processes such as oxygenation and ventilation, compared to other conventional oxygenation systems; however, it is necessary to increase the studies that validate the benefits of this device, especially in patients with hypercapnic respiratory failure.

Keywords: respiratory insufficiency, oxygen inhalation therapy, critical care, cannula (Fuente: DeCs)

RESUMO

Introdução A oxigenoterapia oferece um grande número de benefícios para os pacientes com doenças cardiorrespiratórias, melhora processos fundamentais como ventilação, oxigenação e perfusão clínica. O objetivo desta revisão foi analisar as evidências da literatura relacionadas à utilidade e uso da cânula nasal de alto fluxo, em pacientes adultos em terapia intensiva, com insuficiência respiratória.

Materiais e métodos. Foi realizada uma revisão bibliográfica de 100 artigos publicados nas bases de dados Science Direct, Scopus, Ovid, Medline, Proquest e Cochrane, durante um período de tempo entre 2011 e 2017. Foram selecionados 50 artigos originais e excluídos 50 estudos correspondentes a revisões, estudo de caso e uso da cânula nasal em outros serviços diferentes à unidade de terapia intensiva para adultos.

Resultados A cânula nasal de alto fluxo foi utilizada em maior medida para o tratamento terapêutico na insuficiência hipoxêmica leve a moderada, na insuficiência hipercápnica e nos processos de pré-intubação e pós-extubação mostraram melhora nos parâmetros clínicos e gasométricos e conforto do paciente. Além disso, tornou-se uma alternativa terapêutica com efeitos positivos nos processos fisiológicos.

Conclusões O uso da cânula nasal de alto fluxo tem demonstrado benefícios na evolução clínica dos pacientes, graças aos efeitos terapêuticos que gera os processos como oxigenação e ventilação, em comparação com outros sistemas convencionais de oxigenação; no entanto, é necessário aumentar os estudos que validam os benefícios desse dispositivo, principalmente em pacientes com insuficiência respiratória hipercápnica.

Palavras-chave: insuficiência respiratória, oxigenoterapia, terapia intensiva, cânula nasal.

INTRODUCCIÓN

En las unidades de cuidado intensivo son utilizados sistemas de oxigenoterapia de bajo flujo, los cuales, en algunos pacientes, no suplen las necesidades requeridas de acuerdo con su condición clínica; por tanto, se requiere el uso de dispositivos de alto flujo que satisfagan las demandas de flujo inspiratorio pico, asegurando una fracción inspirada de oxígeno constante, predecible y conocida, además, de una adecuada humidificación y calentamiento de los gases inspirados.

Para el manejo de la falla respiratoria, la ventilación mecánica no invasiva ha mostrado un gran avance en los últimos 25 años, posicionándose como una herramienta útil, con diferentes niveles de evidencia y aceptación por parte de los profesionales del área de la salud; de esta forma se disminuyen complicaciones asociadas a la ventilación mecánica invasiva, aunque, no está exenta de inconvenientes como la intolerancia a las interfaces, dermatitis, conjuntivitis, entre otros (1). Sin embargo, la tecnología ha permitido incluir otro tipo de sistemas de oxigenoterapia como la cánula nasal de alto flujo (CNAF); esta es una alternativa a la ventilación no invasiva para el caso de falla respiratoria, tanto en niños como en adultos, puesto que es una técnica sencilla, cómoda y sin mayores complicaciones (2).

La utilización de la cánula nasal de alto flujo como nuevo sistema de oxigenoterapia, comenzó en las unidades de cuidado intensivo neonatal como alternativa a la presión positiva continua (CPAP) nasal, en neonatos prematuros que cursaban con apnea, en período postextubación o con falla respiratoria hipoxémica. En el área de pediatría y más reciente en adultos, se ha incorporado este tipo de manejo como una herramienta de soporte ventilatorio no invasivo en falla respiratoria (2,3). Según los estudios realizados en lactantes con bronquiolitis, la CNAF disminuiría la tasa de intubación, siendo cada vez más frecuente su uso en esta enfermedad (4,5).

La mayoría de literatura disponible se ha publicado en pacientes neonatales y pediátricos; en adultos se ha implementado el uso de este sistema de oxigenoterapia en diversas enfermedades como falla respiratoria hipoxémica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, previo a la intubación o en período postextubación, apnea del sueño, entre otros. Algunos de los estudios sugieren mejoría de la frecuencia respiratoria y del trabajo respiratorio, disminuyendo la necesidad de escalonar el soporte respiratorio en estos pacientes; no obstante, faltan estudios que documenten las indicaciones, momento de inicio y retiro del sistema; sin embargo, se sigue considerando un tratamiento temprano en pacientes que cursan con falla respiratoria en diversas enfermedades subyacentes (6).

La cánula nasal de alto flujo es un dispositivo que funciona aplicando una fracción de oxígeno inspirado (FIO₂) del 21 al 100%, generando velocidades de flujo de hasta 60 lpm; el gas se calienta hasta un valor cercano a la temperatura corporal (37°C) y se humidifica a una humedad relativa del 95-100% (7). La concentración de oxígeno es debidamente humidificada y calentada por un dispositivo ideal para esta función para mejorar la tolerancia y oxigenación de los pacientes y permitir las condiciones ideales en la vía aérea y a su vez, una mayor confianza en la entrega del flujo y fracciones de oxígeno. Estos flujos altos generan niveles de presión positiva en las vías respiratorias superiores y la FiO₂ puede ajustarse a un nivel exacto y confiable (8).

Diferentes estudios permiten evidenciar que la cánula nasal de alto flujo evita procesos invasivos como la intubación orotraqueal que genera largas estancias hospitalarias, aumento de costos y lesiones mayores a nivel pulmonar y sistémico. Existen sistemas para la administración de la cánula nasal de alto flujo, como el sistema Vapotherm 2000, el primero que fue aprobado por la FDA (Administradora de Medicamentos y Alimentos) en niños en el año 2004; y el sistema de administración de la terapia de alto flujo comercializado por Fisher & Paykel, utilizado en población pediátrica y adulta (9,10).

La falla respiratoria aguda se define como una condición patológica que se caracteriza por alteración de funciones del sistema respiratorio como el intercambio gaseoso, consumo de oxígeno y eliminación de dióxido de carbono, las cuales son necesarias para suplir las necesidades metabólicas del organismo. Gasométricamente, la falla respiratoria se caracteriza por una disminución de la presión arterial de oxígeno inferior a 60 mmHg y una presión arterial de dióxido de carbono mayor a 45 mmHg, para alturas mayores a 2.600 m sobre el nivel del mar; afecciones cardiovasculares o de los sistemas de transporte de oxígeno a los capilares o la utilización del oxígeno por la célula, pueden inducir al desarrollo de la misma (11).

La falla respiratoria se clasifica en falla respiratoria hipercápnica y falla respiratoria hipoxémica; la primera se caracteriza por la presencia de hipoventilación, lo cual compromete el intercambio gaseoso produciéndose una disminución en la eliminación de dióxido de carbono, es frecuente en pacientes con compromisos obstructivos como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), también en enfermedades neuromusculares o depresión del centro respiratorio por diversas causas. Por otra parte, la falla respiratoria hipoxémica, se caracteriza por disminución en la difusión de gases y aumento en el shunt intrapulmonar; este tipo de fallas se evidencian en patologías respiratorias restrictivas, neuromusculares y cardiovasculares.

El tratamiento clínico de la falla respiratoria se basa en el manejo de la causa de la enfermedad que la origina, seguida de soportes encaminados a mejorar tanto la oxigenación arterial como la ventilación alveolar. Se han utilizado diferentes modalidades de tratamiento que incluyen el uso de oxígeno suplementario, ventilación mecánica tanto invasiva como no invasiva con los múltiples beneficios y efectos deletéreos que esto conlleva (12,13).

En el contexto clínico, los primeros trabajos realizados sobre cánula de alto flujo fueron desarrollados aproximadamente hace quince años, por expertos neonatólogos quienes buscaban alternativas de tratamiento con presión positiva para el manejo de apneas del recién nacido; posteriormente, se incorporó su uso en pacientes pediátricos y adultos, con claras evidencias de la utilidad del dispositivo en procedimientos como broncoscopia, apnea obstructiva del sueño, soporte postextubación, bronquiolitis y otras enfermedades respiratorias; de esta manera, se demuestra la eficacia del dispositivo en la disminución del requerimiento de intubación y soporte ventilatorio (14).

Se han descrito múltiples beneficios con el uso de la cánula nasal de alto flujo, demostrando mejoría en los índices de oxigenación, ventilación, disminución del trabajo respiratorio, reducción de la frecuencia respiratoria, compliance y elasticidad pulmonar, humidificación y calentamiento del aire; todo lo anterior genera un efecto más favorable

sobre el movimiento ciliar y el aclaramiento de las secreciones comparado con la oxigenoterapia estándar en pacientes con falla respiratoria (15-17).

La importancia de la presente revisión de tema radica en que este dispositivo, en el contexto nacional y regional, es poco reconocido y utilizado en el manejo de la falla respiratoria en pacientes en cuidado intensivo adulto. De acuerdo con lo descrito anteriormente, el objetivo de esta revisión de tema es analizar la evidencia de la literatura relacionada con la utilidad y uso de la cánula nasal de alto flujo, en pacientes adultos en cuidado intensivo con falla respiratoria.

MATERIALES Y MÉTODOS

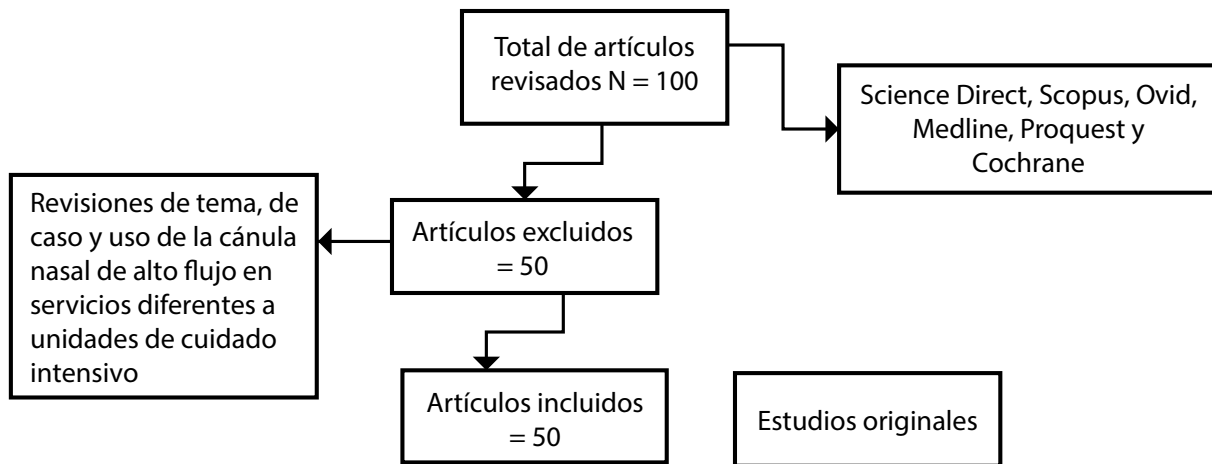
Esta revisión de tema es producto del análisis y evaluación de artículos tomados como antecedentes para el desarrollo de la investigación "Comportamiento clínico y gasométrico de la falla respiratoria aguda a través de la utilización de la cánula de alto flujo en el Hospital San Rafael de Tunja, estudio piloto cuasi experimental antes y después desarrollado en Colombia 2016-2017". Se realizó una revisión bibliográfica de 100 artículos publicados en las bases de datos Science Direct, Scopus, Ovid, Medline, Proquest y Cochrane, en una ventana de tiempo de 2011 a 2017; en la selección se tuvieron en cuenta artículos originales cuyo tema fuera falla respiratoria aguda con tratamiento terapéutico a través de cánula

nasal de alto flujo en pacientes adultos; se excluyeron 50 estudios correspondientes a revisiones de tema, de caso y la utilización de la cánula nasal en servicios diferentes a la unidad de cuidado intensivo adulto.

Las palabras clave utilizadas fueron escogidas según la terminología DeCs: fallo respiratorio,

oxigenoterapia, cuidado intensivo, cánula nasal en español y respiratory insufficiency, oxygen inhalation therapy, critical care y cannula en inglés. Se seleccionaron 50 documentos de interés en la temática; los cuales se evidencian en la Fig. 1. La tabulación fue realizada teniendo en cuenta los siguientes aspectos: título, autores, año, revista y metodología.

Figura 1. Artículos seleccionados para la revisión



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizada la búsqueda en las bases de datos, se analizaron 100 artículos de los cuales 50 cumplieron con los criterios de inclusión; además, el 90% de los artículos revisados incluyen

descripciones directamente relacionadas con falla respiratoria aguda hipoxémica y el 10%, están relacionados con falla hipercápnica. En la tabla 1, se evidencian los artículos revisados que cumplieron con los criterios de inclusión de acuerdo con la fecha de publicación, el 6%(n=3) de los artí-

culos se publicaron en el año 2011, el 4%(n=2) en 2012, el 10%(n=5) en 2013, 12% (n=6) en el 2014, 28% (n=14) del 2015, 20%(n=10) del 2016 y 20%(n=10) del año 2017. Teniendo en cuenta que la cánula de alto flujo es un dispositivo terapéutico de manejo en falla respiratoria, con una incursión relativamente reciente, se observa que en los últimos años ha aumentado el número de publicaciones referentes a esa temática.

Tabla 1. Relación de artículos por año de publicación

AÑO	n%
2017	10 (20)
2016	10 (20)
2015	14 (28)
2014	6 (12)
2013	5 (10)
2012	2 (4)
2011	3 (6)
TOTAL	51 (100)

CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO EN FALLA HIPOXÉMICA

En la mayoría de estudios analizados se evidenció el uso de la cánula nasal de alto flujo en pacientes con falla hipoxémica de leve a moderada y, en menor proporción, en la falla severa; respecto al diagnóstico se evidenció que las patologías más incidentes, en las cuales se utilizó este dispositivo, fueron: neumonía, síndrome de dificultad respiratoria del adulto, insuficiencia cardíaca, post

operatorios de cirugía cardiovascular, abdominal y, en menor proporción, otros tipos de patológicas que conllevaron la falla respiratoria (18 - 22). Uno de los efectos terapéuticos que la cánula de alto flujo genera es el aumento de la fracción inspirada de oxígeno (FIO₂), el cual se produce al utilizar flujos por encima del flujo pico del paciente; de esta forma, se evita el arrastre secundario de aire ambiente, con lo cual se proporcionan depósitos anatómicos de oxígeno y se genera lavado del espacio muerto de la vía aérea. De acuerdo con estos efectos, una vez revisados los estudios, se observa que los flujos utilizados se encuentran entre 20 y 60 l/min (23,24). En cuanto a la duración del tratamiento terapéutico con la cánula de alto flujo, en la mayoría de los estudios se evidenció que el menor tiempo de uso de este dispositivo es de 30 minutos y el mayor fue de 3 días, dada la comorbilidad presente en estos pacientes. En el estudio realizado por Sztrymf et al., en 2011, se observó mejoría en parámetros clínicos como frecuencia respiratoria y saturación parcial de oxígeno, quince minutos después de iniciada la terapia con la cánula; frente a parámetros gasométricos, se mostró mejoría significativa del índice de oxigenación que relaciona la presión arterial de oxígeno con la fracción inspirada de oxígeno (PaO₂/FiO₂) cuando se ha instaurado el dispositivo, con una duración media de 2,8 días y máxima de 7 días (25). Otro de los estudios es el de Kim et al., de 2013, el cual demostró que, a las seis horas del uso de la cánula de alto flujo,

las variables gasométricas de los pacientes analizados mejoraron.

Los estudios revisados muestran los beneficios que la cánula de alto flujo genera en el paciente, mejorando el confort (26-28); resultados diferentes a los reportados en el estudio de Vargas et al., de 2015, donde en las diferentes sesiones interpuestas entre cánula nasal de alto flujo y presión positiva continua en la vía aérea, los pacientes no presentaron mejoría en el confort (29).

Clínicamente, en la mayoría de los artículos se evidencia mejoría en signos como la frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca y la tensión arterial, y en síntomas como la disnea; asimismo, en parámetros gasométricos como índice de PaO_2/FiO_2 , presión arterial de oxígeno (PaO_2), presión arterial de dióxido de carbono ($PaCO_2$), pH y el porcentaje de saturación de oxígeno (SpO_2) (30-39). En el estudio de Gaunt et al., de 2015 (40), se muestra la disminución de la estancia hospitalaria en una unidad de cuidado intensivo con el uso de la cánula nasal de alto flujo.

Algunos estudios comparan el uso de la cánula nasal de alto flujo con diferentes dispositivos de oxigenoterapia como la ventilación mecánica no invasiva, la máscara Ventury o la máscara de no reinhalación; con estos mecanismos se evidencia mejoría en la comodidad, disminución de disnea, efectos sobre el trabajo respiratorio (41-44); también, son

una alternativa en el manejo de pacientes postoperatorios, tal como se plantea en el estudio de Stephan et al., 2015 (45), y reducen la escalada de asistencia respiratoria, según lo planteado en el estudio de Parke et al., 2013 (46); estos resultados son diferentes a los obtenidos en el estudio de Simon et al., de 2014 en los cuales, durante la realización del procedimiento de broncoscopia, la oxigenación mejoró desde el inicio hasta el final con la ventilación mecánica no invasiva (47).

CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO EN FALLA HIPERCÁPNICA

Entre los estudios analizados, los de falla respiratoria hipercápnica se presentaron en menor proporción; uno de estos es el de Bräunlich et al., de 2016 (48), el cual se llevó a cabo en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, evidenciando una reducción de la presión arterial de dióxido de carbono, del trabajo respiratorio y de la frecuencia respiratoria; también, está el trabajo de Sotello et al., (49) de 2015, donde se evidenció, en 4 pacientes con este tipo de falla (4 entre el total de la población analizada), una leve mejoría en parámetros de oxigenación. En el estudio de Nilius et al., de 2013, se concluyó que la cánula nasal de alto flujo puede utilizarse como complemento del oxígeno de bajo flujo para prevenir la insuficiencia respiratoria hipercápnica en pacientes con EPOC gravemente enfermos (50).

CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO EN INTUBACIÓN, REINTUBACIÓN Y POSTEXTUBACIÓN

Este dispositivo ha incursionado en procesos de intubación, reintubación y extubación (51-57); su uso es equivalente a otros sistemas de oxigenoterapia como la ventilación mecánica no invasiva (58-63), algunos dispositivos de bajo flujo (64) y de alto flujo (65), lo cual se describe en el estudio de Frat et al., de 2015, donde compararon el uso de la ventilación mecánica no invasiva con la cánula nasal de alto flujo durante el proceso de intubación, sin existir diferencias en las tasas de intubación entre estos dos dispositivos (66). Por otra parte, en el estudio de Montanes et al., de 2015, compararon el uso de la máscara con bolsa de no reinhalación con la cánula nasal de alto flujo, mostrando mejoría de la saturación parcial de oxígeno durante el procedimiento de intubación con este último dispositivo (67). Además de los usos ya descritos, la cánula nasal de alto flujo se ha estudiado como factor predictor de falla respiratoria, si los índices de oxigenación no muestran mejoría en las 6 primeras horas de instaurada, así se plantea en el estudio presentado por Kim et al., en 2017 (68).

CONCLUSIONES

El uso de la cánula nasal de alto flujo mejora parámetros y signos como disnea, trabajo respiratorio, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca,

presión arterial, índices de oxigenación; así mismo, aumenta el confort al dispositivo, comparándolo con otros sistemas como la ventilación mecánica invasiva y no invasiva.

La mayoría de los estudios fueron realizados en pacientes con falla respiratoria hipoxémica, evidenciando mejoría clínica y gasométrica; en menor proporción, fueron desarrollados en pacientes con falla respiratoria tipo hipercápnica estableciendo la necesidad de ampliar el número de estudios en este tipo de falla. Los servicios donde se administró el dispositivo fueron unidades de cuidado intensivo adulto cardiovascular y médico quirúrgica.

La cánula nasal de alto flujo, es uno de los dispositivos ideales para el proceso de destete ventilatorio, reduciendo el riesgo de reintubación de los pacientes que requirieron ventilación mecánica convencional; por otra parte, algunos estudios mostraron beneficios superiores al utilizar este dispositivo, comparado con la ventilación mecánica no invasiva y/o con la máscara de oxígeno.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Boyacá.

CONFLICTO DE INTERESES

Los investigadores declaran no presentar conflictos de intereses.

FINANCIACIÓN

Este estudio fue financiado por la Universidad de Boyacá.

REFERENCIAS

1. Díaz Lobato S, Mayoralas Alises S, Montiel G. Noninvasive mechanical ventilation in the exacerbation of respiratory diseases. *Med Clin (Barc)*. 2011;137(15):691-696. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2011.10.003>
2. Pilar Orive FJ, López Fernández YM. Oxigenoterapia de alto flujo. *An Pediatr Contin*. 2014;12(1):25-9.
3. 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 the literature. *Intensive Care Med*. 2013;39(2):247-257. <https://doi.org/10.1007/s00134-012-2743-5>
4. Ward J. High flow oxygen administration by nasal cannula for adults and perinatal patients. *Respir Care*. 2013;58(1):98-122. <https://doi.org/10.4187/respcare.01941>
5. McKiernan C, Chua LC, Visintainer P, Allen H. High flow nasal cannulae therapy in infants with bronchiolitis. *J Pediatr*. 2010;156(4):634-8. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.10.039>
6. Milési C, Baleine J, Matecki S, Durand S, Combes C, Batista Novais A, et al. Is treatment with a high flow nasal cannula effective in acute viral bronchiolitis. A physiologic study. *Intensive Care Med*. 2013;39(6):1088-94. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-2879-y>
7. Nishimura M. High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults. *J Intensive Care*. 2015;3(1): 15. <https://doi.org/10.1186/s40560-015-0084-5>
8. Masclans JR, Pérez Terán P, Roca O. The role of high-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Medicina Intensiva*. 2015;39(8): 505-15. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2015.05.009>
9. Riera J, Pérez P, Cortés J, et al: Effect of high-flow nasal cannula and body position on end-expiratory lung volume: A cohort study using electrical impedance tomography. *Respir Care* 2013; 58:589-59.
10. Velasco Sanz TR, Sánchez de la Ventana AB. La oxigenoterapia de alto flujo con cánula nasal en pacientes críticos. Estudio prospectivo. *Enfermería Intensiva*. 2014;25(4):131-136. <https://doi.org/10.1016/j.enfi.2014.06.001>
11. Bermúdez Barrezueta L. Eficacia de la oxigenoterapia de alto flujo para el tratamiento de la bronquiolitis moderada-grave en neonatos. [Tesis de Maestría]. [España]: Universidad Miguel Hernández de Elche; 2015.

12. Patiño J F, Celis E, Díaz J C. Gases sanguíneos, Fisiología de la respiración e Insuficiencia Respiratoria Aguda. 2015;85-115.
13. Dueñas Castell C, Mejía Bermúdez J, Coronel C, Ortiz Ruiz G. Insuficiencia respiratoria aguda. Acta Colomb Cuid Intensivo. 2016;16(S1):1-24. <https://doi.org/10.1016/j.acci.2016.05.001>
14. Ferrer M. Tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda. Med Integr.2001;38:2007.
15. Iglesias I, Lera E. Uso de las cánulas de alto flujo en las urgencias pediátricas. Arch Pediatr Urug. 2016;87(2):84-86.
16. Kernick J, Magarey J. What is the evidence for the use of high flow nasal cannula oxygen in adult patients admitted to critical care units? A systematic review. Aust Crit Care. 2010;23(2):53-70. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2010.01.001>
17. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans J R. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. Respir Care. 2010;55(4):408-13.
18. Millar J, Lutton S, O'Connor P. The use of high-flow nasal oxygen therapy in the management of hypercarbic respiratory failure. Therapeutic advances in respiratory disease. Ther Adv Respir Dis. 2014;8(2), 63-64.
19. Rello J, Pérez M, Roca O, Poulakou G, Souto J, Laborda C, et al. High-flow nasal therapy in adults with severe acute respiratory infection: a cohort study in patients with 2009 influenza A/ H1N1v. J Crit Care. 2012;27(5):434-439. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2012.04.006>.
20. Peters SG, Holets SR, Gay PC. High-flow nasal cannula therapy in do-not-intubate patients with hypoxemic respiratory distress. Respir Care. 2013;58(4):597-600. <https://doi.org/10.4187/respcare.01887>
21. Spoletini G, Mega C, Khoja A, Khoja A, Alotaibi M, Blasi F, et al. Better comfort and dyspnea scores with high-flow nasal cannula (HFNC) vs standard oxygen (SO) during breaks off noninvasive ventilation (NIV). European Respiratory Society. 2015;46: OA505. <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2015.OA505>
22. Futier E, Paugam-Burtz C, Constantin JM, Pereira B, Jaber S. The OPERA trial - comparison of early nasal high flow oxygen therapy with standard care for prevention of postoperative hypoxemia after abdominal surgery: study protocol for a multicenter randomized controlled trial. 2013;14:341. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-14-341>
23. Spoletini G, Alotaibi M, Blasi F, Hill NS. Heated humidified high-flow nasal oxygen in adults: mechanisms of action and clinical impli-

- cations. *Chest*. 2015;148(1):253-261. <https://doi.org/10.1378/chest.14-2871>
24. Delorme M, Bouchard PA, Simon M, Simard M, Lellouche F. Effects of High-Flow Nasal Cannula on the Work of Breathing in Patients Recovering From Acute Respiratory Failure. *Crit Care Med*. 2017;45(12):1981-1988. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002693>
25. Sztrymf B, Messika J, Bertrand F, Hurel D, Leon R, Dreyfuss D, Ricard JD. Beneficial Effects of Humidified High Flow Nasal Oxygen in Critical Care Patients: A Prospective Pilot Study. *Intensive Care*. 2011;(11):1780–1786. <https://doi.org/10.1007/s00134-011-2354-6>
26. Schwabbauer N, Berg B, Blumenstock G, Haap M, Hetzel J, Riessen R. 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 Anesthesiology*. 2014;14:66. <https://doi.org/10.1186/1471-2253-14-66>.
27. Coudroy R, Jamet A, Petua P, Robert R, Frat JP, Thille AW. High-flow nasal cannula oxygen therapy versus noninvasive ventilation in immunocompromised patients with acute respiratory failure: an observational cohort study. *Ann Intensive Care*. 2016;6:45. <https://doi.org/10.1186/s13613-016-0151-7>.
28. Cuquemelle E, Pham T, Papon JF, Louis B, Danin PE, Brochard L. Heated and humidified high-flow oxygen therapy reduces discomfort during hypoxemic respiratory failure. *Respir Care*. 2012;57(10):1571–1577. <https://doi.org/10.4187/respcare.01681>
29. Vargas F, Saint-Leger M, Boyer A, Bui NH, Hilbert G. Physiologic effects of high-flow nasal cannula oxygen in critical care subjects. *Respir Care*. 2015;60(10):1369–1376. <https://doi.org/10.4187/respcare.03814>
30. Nagata K, Morimoto T, Fujimoto D, Otoshi T, Nakagawa A, Otsuka K, et al. Efficacy of high-flow nasal cannula therapy in acute hypoxemic respiratory failure: decreased use of mechanical ventilation. *Respir Care*. 2015;60(10):1390–1396. <https://doi.org/10.4187/respcare.04026>
31. Roca O, Messika J, Caral B, García de Acilu M, Sztrymf B, Ricard JD, et al. Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: the utility of the RX index. *J Crit Care*. 2016;35:200–5. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.05.022>
32. Corley A, Caruana LR, Barnett AG, Tronstad O, Fraser JF. 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(6):998-1004. <https://doi.org/10.1093/bja/aer265>

33. Parke RL, McGuinness SP, Eccleston ML. A preliminary randomized controlled trial to assess effectiveness of nasal high-flow oxygen in intensive care patients. *Respir Care* 2011; 56(3):265-270. <https://doi.org/10.4187/respcare.00801>
34. Frat JP, Brugiere B, Ragot S, Chatellier D, Weinstein A, Goudet V, et al. Sequential application of oxygen therapy via high-flow nasal cannula and noninvasive ventilation in acute respiratory failure: an observational pilot study. *Respir Care*. 2015;60:170–8. <https://doi.org/10.4187/respcare.03075>.
35. Messika J, Ben Ahmed K, Gaudry S, Miguel-Montanes R, Rafat C, Sztrymf B, et al. Use of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Subjects with ARDS: A 1-Year Observational Study. *Respir Care*. 2015;60(2):162-169. <https://doi.org/10.4187/respcare.03423>
36. Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, Festa R, Cataldo A, Antonicelli F, et al. Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190(3):282-8. <https://doi.org/10.1164/rccm.201402-0364OC>
37. Song HZ, Gu JX, Xiu HQ, Cui W, Zhang GS. The value of high-flow nasal cannula oxygen therapy after extubation in patients with acute respiratory failure. *Clinics (Sao Paulo)*. 2017;72(9):562-567. [https://doi.org/10.6061/clinics/2017\(09\)07](https://doi.org/10.6061/clinics/2017(09)07)
38. Mauri T, Turrini C, Eronia N, Grasselli G, Volta CA, Bellani G, Pesenti A. Physiologic effects of high-flow nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(9):1207–1215. <https://doi.org/10.1164/rccm.201605-0916OC>
39. Zhu Z, Liu Y, Wang Q, Wang S. [Preliminary evaluation of sequential therapy by high flow nasal cannula oxygen therapy following endotracheal tube extubation in mechanically ventilated patients]. *Crit Care Med*. 2017;29(9):778-782. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.09.003>
40. Gaunt KA, Spilman SK, Halub ME, Jackson JA, Lamb KD, Sahr SM. High-flow nasal cannula in a mixed adult ICU. *Respir Care*. 2015;60(10):1383–1389. <https://doi.org/10.4187/respcare.04016>
41. Corley A, Bull T, Spooner AJ, Barnett AG, Fraser JF. Direct extubation onto high-flow nasal cannulae post-cardiac surgery vs standard treatment in patients with a BMI ≥ 30 : a randomised controlled trial. *Intensive Care Med*. 2015;41(5):887–894. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-3765-6>
42. Mauri T, Alban L, Turrini C, Cambiaghi B, Carlesso E, Taccone P, et al. Optimum support by

- high-flow nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure: effects of increasing flow rates. *Intensive Care Med.* 2017;43(10):1453-1643. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4890-1>
43. Chanques G, Riboulet F, Molinari N, Carr J, Jung B, Prades A, et al. Comparison of three high flow oxygen therapy delivery devices: a clinical physiological cross-over study. *Minerva Anestesiol.* 2013;79:1344–1355.
44. Higuera J, Cabestrero D, Narváez G, Blandino Ortiz A, Rey L, Aroca M, et al. High flow nasal cannula oxygen therapy. A new horizon in the treatment of acute respiratory failure. *Rev. Argent Anestesiol.* 2017;75(2):53-60. <https://dx.doi.org/10.1016/j.raa.2017.04.001>
45. Stephan F, Barrucand B, Petit P, Rezai-guia-Delclaux S, Medard A, Delannoy B, et al. High-flow nasal oxygen vs noninvasive positive airway pressure in hypoxemic patients after cardiothoracic surgery: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2015;313(23):2331–2339. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.5213>
46. Parke R, McGuinness S, Dixon R, Jull A. Open-label, phase II study of routine high-flow nasal oxygen therapy in cardiac surgical patients. *Br J Anaesth.* 2013;111(6):925–931. <https://doi.org/10.1093/bja/aet262>
47. Simon M, Braune S, Frings D, Wiontzek AK, Klose H, Kluge S. High-flow nasal cannula oxygen versus non-invasive ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure undergoing flexible bronchoscopy--a prospective randomised trial. *Crit Care.* 2014;18(2):712-9. <https://doi.org/10.1186/s13054-014-0712-9>
48. Bräunlich J, Köhler M, Wirtz H. Nasal high-flow improves ventilation in patients with COPD. *IJOPD.* 2016;11(1):1077-1085. <https://doi.org/10.2147/COPD.S104616>
49. Sotello D, Orellana M, Rivas AM, Nugent K. High Flow Nasal Cannulas for Oxygenation: An Audit of Its Use in a Tertiary Care Hospital. *Am J Med Sci* 2015. <https://doi.org/10.1097/MAJ.0000000000000557>
50. Nilius G, Franke KJ, Domanski U, Rühle KH, Kirkness JP, Schneider H. Effects of nasal insufflation on arterial gas exchange and breathing pattern in patients with chronic obstructive pulmonary disease and hypercapnic respiratory failure. *Adv Exp Med Biol.* 2013;755:27–34. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4546-9_4
51. Kang BJ, Koh Y, Lim CM, Huh JW, Baek S, Han M, et al. Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality. *Intensive Care Med.* 2015;41(4):623–632. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-3693-5>

52. Hyun Cho W, Ju Yeo H, Hoon Yoon S, Lee S, SooJeon D, Seong Kim, et al. High-Flow Nasal Cannula Therapy for Acute Hypoxemic Respiratory Failure in Adults: A Retrospective Analysis. *Intern Med.* 2015;54(18):2307-2313. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.54.4266>
53. Dhillon NK, Smith EJ, Ko A, Harada MY, Polevoi D, Liang R, Barmparas G, et al. Extubation to high-flow nasal cannula in critically ill surgical patients. *J Surg Res.* 2017;217:258-264. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.06.026>
54. Rittayamai N, Tscheikuna J, Rujiwit P. High-flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy after endotracheal extubation: a randomized crossover physiologic study. *Respir Care.* 2014;59(4):485-90. <https://doi.org/10.4187/respcare.02397>
55. Brotfain E, Zlotnik A, Schwartz A, Frenkel A, Koyfman L, Gruenbaum SE, Klein M. Comparison of the effectiveness of high flow nasal oxygen cannula vs. standard non-rebreather oxygen face mask in post-extubation intensive care unit patients. *Isr Med Assoc J.* 2014;16(11):718-22.
56. Hernández G, Vaquero C, González P, Subira C, Frutos-Vivar F, Rialp G, et al. Effect of postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Conventional Oxygen Therapy on Reintubation in Low-Risk Patients: A randomized clinical Trial. *JAMA.* 2016;315(13):1354-1361. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.2711>
57. Raineri SM, Cortegiani A, Accurso G, Proccaccianti C, Vitale F, Caruso S, et al. Efficacy and safety of using high-flow nasal oxygenation in patients undergoing rapid sequence intubation. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2017;45:335-9.
58. Jaber S, Monnin M, Girard M, Conseil M, Cisse M, Carr J, et al. Apnoeic oxygenation via high-flow nasal cannula oxygen combined with noninvasive ventilation preoxygenation for intubation in hypoxaemic patients in the intensive care unit: the single-Centre, blinded, randomised controlled OPTINIV trial. *Intensive Care Med.* 2016;42:1877-87. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4588-9>
59. Frat JP, Ricard JD, Coudroy R, Robert R, Ragot S, Thille AW, on-behalf-of REVA network. Preoxygenation with non-invasive ventilation versus high-flow nasal cannula oxygen therapy for intubation of patients with acute hypoxaemic respiratory failure in ICU: the prospective randomized controlled FLORALI-2 study protocol. *BMJ Open.* 2017;7(12):e018611. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018611>
60. Tu G, He H, Yin K, Ju M, Zheng Y, Zhu D, et al. High-flow Nasal Cannula Versus Noninvasive Ventilation for Treatment of Acute Hypoxemic Respiratory Failure in Renal Transplant Recipients. *Transplant Proc* 2017;49(6):1325-1330. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2017.03.088>

61. Hernández G, Vaquero C, Colinas L, Cuenca R, González P, Canabal A, et al. Effect of Postextubation high-flow nasal cannula vs noninvasive ventilation on reintubation and Postextubation respiratory failure in high-risk patients: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2016;316:1565–1574. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.14194>
62. Jaber S, Molinari N, De Jong A. New method of preoxygenation for orotracheal intubation in patients with hypoxaemic acute respiratory failure in the intensive care unit, non-invasive ventilation combined with apnoeic oxygenation by high flow nasal oxygen: The randomised OPTINIV study protocol. *BMJ Open*. 2016;6(8):e011298. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011298>
63. Yoo JW, Synn A, Huh JW, Hong SB, Koh Y, Lim CM. Clinical efficacy of high-flow nasal cannula compared to noninvasive ventilation in patients with post-extubation respiratory failure. *Korean J Intern Med*. 2016;31(1):82–88. <https://doi.org/10.3904/kjim.2016.31.1.82>
64. Vourc'h M, Asfar P, Volteau C, Bachoumas K, Clavieras N, Egreteau PY, et al. High-flow nasal cannula oxygen during endotracheal intubation in hypoxemic patients: a randomized controlled clinical trial. *Intensive Care Med*. 2015;41(9):1538-1548. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-3796-z>
65. Simon M, Wachs C, Braune S, de Heer G, Frings D, Kluge S. High-Flow Nasal Cannula Versus Bag-Valve-Mask for Preoxygenation Before Intubation in Subjects With Hypoxemic Respiratory Failure. *Respir Care*. 2016;61(9):1160-7. <https://doi.org/10.4187/respcare.04413>
66. Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med*. 2015;372(23):2185-2196. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1503326>.
67. Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, Bertrand F, Gaudry S, Rafat C, et al. Use of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy to Prevent Desaturation During Tracheal Intubation of Intensive Care Patients with Mild-to-Moderate Hypoxemia. *Crit Care Med* 2015;43(3):574-83. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000000743>
68. Kim WY, Sung H, Hong SB, Lim Cm, Koh Y, Huh JW. Predictors of high flow nasal cannula failure in immunocompromised patients with acute respiratory failure due to non-HIV pneumocystis pneumonia. *Journal of Thoracic Disease*. 2017;9(9):3013-3022. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.08.09>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional