

**REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL USO Y LA EFICACIA DE LA CÁNULA
NASAL DE ALTO FLUJO EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON PATOLOGÍAS
RESPIRATORIAS**



FABIAN SALOMON CHAVEZ CARVALLO

SOLANGEL JORDAN TOBAR

YEINMY ALEXANDRA RODRIGUEZ CHIRIVI

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN DE FISIOTERAPIA EN CUIDADO CRÍTICO

BOGOTÁ D.C.

2019

**REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL USO Y LA EFICACIA DE LA CÁNULA
NASAL DE ALTO FLUJO EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON PATOLOGÍAS
RESPIRATORIAS**



FABIAN SALOMON CHAVEZ CARVALLO

SOLANGEL JORDAN TOBAR

YEINMY ALEXANDRA RODRIGUEZ CHIRIVI

ASESOR:

MARITZA QUIJANO CUELLAR

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN DE FISIOTERAPIA EN CUIDADO CRÍTICO

BOGOTÁ D.C.

2019

AGRADECIMIENTOS

Eres una mujer guerrera, que me llenas de orgullo, te amo y no va haber manera ni forma de devolverte tanto que me has ofrecido desde antes de nacer. Esta trabajo de grado es reflejo del esfuerzo y sacrificio, lo cual gran parte es gracias a ti; se que la vida me va a quedar corta para agradecerte por ser la madre que eres, gracias por tus valores y tu entrega. Hoy la persona y profesional que soy es gracias a ti. Te amo Ma.

SALOMÓN

Primeramente le doy gracias a Dios por mi vida y por darme la oportunidad de cumplir mis metas, porque a pesar de las dificultades, trasnochadas y falta de tiempo con mi familia, se logró sacar adelante este proyecto; gracias a mi esposo, madre e hijo por ayudarme a terminar este camino y por siempre estar ahí, los amo infinitamente y con esfuerzo les dedico esta victoria.

ALEXANDRA

Gracias a Dios por la bendición más grande en mi vida: mi Mamá; porque sin ella no estaría triunfando en la vida. Gracias Mami: por tu apoyo, paciencia, dedicación, amor y entrega. Todo te lo debo a tí; la vida me quedará muy corta para agradecerte por tanto. Te Amo Infinitamente.

SOLANGEL

RESUMEN

Objetivo: El presente estudio tiene como propósito describir el uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias a través de una revisión de la literatura. **Metodología:** estudio descriptivo, documental. Se consultaron las bases de datos Pubmed y Library, con un período de publicación 2012 a 2018 usando términos MesH tanto en idioma inglés y español. **Resultados:** Se recopilaron 40 artículos que cumplieron los criterios de tipificación. Se revisaron los mecanismos de acción, las ventajas, los efectos clínicos del tratamiento con cánulas nasales de alto flujo y su eficacia en población infantil. **Conclusiones:** La evidencia actual sugiere que la cánula nasal de alto flujo es bien tolerada y puede ser eficaz para administrar oxígeno a bebés y niños que requieren asistencia ventilatoria con ventilación no invasiva. Sin embargo, la eficacia de la oxigenoterapia con cánula de alto flujo en poblaciones pediátricas se considera moderada con necesidad de mayores estudios en población pediátrica.

Palabras clave: oxigenoterapia, cánula de alto flujo, paciente pediátrico, patología respiratoria, prematuridad.

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study is to describe the use and efficacy of high-flow nasal cannula in pediatric patients with respiratory pathologies through a review of the literature. **Methodology:** descriptive, documentary study. The Pubmed and Library databases were consulted, with a publication period of 2012 to 2018 using MesH terms in both English and Spanish. **Results:** 40 articles were compiled that met the typing criteria. We reviewed the mechanisms of action, the advantages, the clinical effects of treatment with high-flow nasal cannulas and their effectiveness in children. **Conclusions:** Current evidence suggests that the high-flow nasal cannula is well tolerated and may be effective in administering oxygen to infants and children who require ventilatory assistance with non-invasive ventilation. However, the efficacy of high-flow cannula oxygen therapy in pediatric populations is considered moderate with the need for further studies in the pediatric population.

Keywords: oxygen therapy, high-flow cannula, pediatric patient, respiratory pathology, prematurity.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo General	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3. ESTADO DEL ARTE Y JUSTIFICACIÓN	16
4. MARCO METODOLÓGICO	20
4.1 Tipo	20
4.2 Diseño	20
4.3 Método	20
4.4 Población y muestra	20
4.5 Criterios de búsqueda	21
4.6 Técnicas e Instrumentos	22
4.7 Procedimientos	233
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 Características generales de los estudios analizados	25
5.1.1 Tipología de los estudios	26
5.1.2 Características temporales	27
5.1.3 Características espaciales	28
5.1.4 Características de la población pediátrica	29
5.2 Ventajas del uso de la terapia de oxígeno con cánula de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias	32
5.3 Efectividad clínica de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias	39
5.3.1 Efectividad clínica sobre la ventilación y oxigenación	39

5.3.2. Efectividad clínica en UCI pediátrica y duración de la estancia hospitalaria	40
5.3.3. Efectividad clínica sobre el confort del paciente	42
5.3.4. Efectividad clínica sobre la intubación	43
5.4 Eficacia de la terapia de oxigenación con cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias	49
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	555
BIBLIOGRAFÍA	566
ANEXOS	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Metodología de los estudios analizados	26
Tabla 2. Año de publicación de los estudios	27
Tabla 3. Lugar de origen de los estudios	28
Tabla 4. Edad de los pacientes	29
Tabla 5. Principal Uso Clínico	30
Tabla 6. Eficacia de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo	49
Tabla 7. Consolidado de Artículos	68

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Tipo de estudio de las investigaciones consultadas	26
Gráfica 2. Año de investigación de las investigaciones consultadas	27
Gráfica 3. Lugar de origen de las investigaciones consultadas	28
Gráfica 4. Edades de los pacientes en las investigaciones consultada	29
Gráfica 5. Principales Usos Clínicos	31
Gráfica 6. Eficacia de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo	49

INTRODUCCIÓN

La terapia con cánulas nasales de alto flujo se describió originalmente como un modo de soporte respiratorio en recién nacidos prematuros y hoy en día se usa cada vez más en el tratamiento de afecciones respiratorias agudas en bebés y niños. Este método emergente permite suministrar un flujo de gas de hasta 60 L/min mediante unas cánulas nasales de silicona, con el gas suministrado acondicionado a nivel de temperatura y humedad ideales (37°C y 100% de humedad relativa). (Masclansa, Pérez-Terána y Rocab, 2015).

La evidencia procedente de investigaciones sobre el tema sugiere que el uso de la terapia con cánulas nasales de alto flujo puede estar asociado con una reducción del trabajo respiratorio, una mejor eficiencia de la ventilación y una menor necesidad de intubación en bebés y niños con afecciones respiratorias (Bermúdez, García, López et al., 2017). El presente estudio tiene como propósito describir el uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias a través de una revisión de la literatura.

Para su desarrollo, el escrito se dividió en 5 capítulos, en el primero se expone el problema de estudio, en el segundo capítulo se describen los objetivos del estudio.

A continuación en el tercer capítulo, investigaciones previas sobre el tema y la importancia de examinar la temática que aún es poco reconocida y empleada en el

contexto colombiano, lo que se hace evidente por la escasez de investigaciones publicadas en esa área. Posteriormente, en el capítulo cuatro se describe la metodología de la revisión de la literatura definido como un estudio documental descriptivo. En el capítulo cinco se plantean los resultados, en el cual se revisaron los mecanismos de acción, las ventajas y los efectos clínicos del tratamiento con cánulas nasales de alto flujo en niños. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones del estudio.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La administración de oxígeno con cánula nasal de alto flujo, es una terapia de ventilación no invasiva relativamente nueva, que empezó a usarse en las Unidades de Cuidados Intensivos como alternativa a la presión positiva continua en las vías respiratorias, con buenos resultados, pues parece ser bien tolerada en neonatos y adultos con insuficiencia respiratoria hipoxémica (Colinas, 2015:74).

Antes de la introducción de la cánula nasal de alto flujo, tradicionalmente se establecía un flujo máximo de 0.5-1 L / min para el suministro de oxígeno por cánula nasal en recién nacidos (Dani et al., 2009: 630) y se aplicaba un flujo máximo de 2 L / min para niños mayores y adultos con el fin de evitar la sequedad de la nariz y la garganta y la incomodidad de la mucosa nasal, entre otras complicaciones. (AARC, 2002:710). El alto flujo generalmente se define como la mezcla de aire y oxígeno que alcanza o excede la demanda inspiratoria espontánea del paciente, esto es, entre 1 a 2 L / min en neonatos, sin embargo, el caudal depende del tipo de cánula utilizada, pero varía de 6 a 60 L / min de acuerdo al grupo etario (Wegner, 2017: 5).

Actualmente, se encuentra en discusión si el oxígeno con cánula nasal de alto flujo puede reducir el uso de soportes de ventilación menos invasivos y tolerados, (Bermúdez et al., 2017) como la presión positiva continua en las vías respiratorias y la

ventilación mecánica. Como se mencionó, esta terapia de ventilación no invasiva se introdujo por primera vez para tratar a los bebés prematuros como una alternativa a la presión positiva continua en las vías respiratorias (Sánchez et al., 2009: 16), pero recientemente se ha observado un marcado aumento en el uso de la cánula nasal de alto flujo tanto en entornos de atención pediátrica como de adultos (Manley et al., 2012: 17)

En los pacientes pediátricos, su uso se ha proliferado particularmente para los bebés y niños/as pequeños/as hospitalizados con apnea, en el caso de prematuros, y bronquiolitis entre los infantes. (Mikalsen, Davis & Øymar, 2016). Sin embargo, la evidencia de la seguridad o efectividad del oxígeno con cánula nasal de alto flujo como soporte respiratorio en niños es relativamente deficiente, como se subraya en dos revisiones Cochrane de 2014, en las cuales se indica que el uso de la oxigenoterapia de alto flujo todavía es bastante restringida y conflictiva, dado que la mayoría de los estudios muestran un nivel débil de evidencia para el uso en el tratamiento de patologías pulmonares pediátricas, ya que utilizan muestras pequeñas o metodologías poco claras (Mayfield et al, 2014; Beggs et al., 2014)

A pesar de eso, esta terapia se sigue implementado cada vez más en la práctica clínica, dado ese conflicto, es esencial que el personal sanitario del área se mantenga al tanto de los últimos conocimientos sobre esta terapia de ventilación no invasiva, que

le permita afianzar o descartar el uso de esta herramienta terapéutica en pacientes pediátricos.

De esta forma, el presente estudio pretende responder:

¿Cuál es el uso y la eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias según los estudios publicados entre 2012 y 2018?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Describir el uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias a través de una revisión de la literatura de los años 2012-2018.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar las ventajas del uso de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias sobre la terapia convencional.
- Establecer la efectividad de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias.
- Reconocer los usos clínicos de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias.

3. ESTADO DEL ARTE Y JUSTIFICACIÓN

Durante la última década, la cánula nasal de alto flujo se ha utilizado cada vez más para el suministro de oxígeno en las áreas de neonatología, reemplazando gradualmente la presión positiva continua en las vías respiratorias nasales. Su uso en pediatría es más reciente y, en general, se limita a niños/as con bronquiolitis moderada. (Beggs et al., 2014) Esta terapia se empleó por primera vez en unidades de cuidados intensivos (UCI), luego en los departamentos de urgencias, y hoy se usa durante el proceso pre o interhospitalario (Slain et al., 2007)

Sobre el tema, se han realizado múltiples investigaciones sobre las ventajas y desventajas de la terapia; los estudios observacionales han informado una mejora en los parámetros fisiológicos de los pacientes pediátricos que reciben terapia con cánula nasal de alto flujo. (Urbano et al., 2008; Milesi, et al., 2013). Estos estudios indican que las puntuaciones de dificultad respiratoria mejoraron significativamente a medida que las tasas de flujo de la terapia aumentaron en los niños con bronquiolitis y niños mayores que requieren oxigenoterapia. (Milési, et al., 2013; Spentzas et al., 2009).

En otra cohorte de pacientes pediátricos (mediana de edad 6,5 meses) que recibió terapia de alto flujo en una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, el trabajo de respiración medido disminuyó significativamente a medida que el tratamiento aumentó de 2 a 8 L/ min. (Rubin et al., 2009). Otro estudio en lactantes con bronquiolitis moderadamente severa mostró

que el tratamiento con terapia de alto flujo se asoció con una disminución rápida en la mediana del dióxido de carbono y la frecuencia respiratoria durante las primeras 3 horas de tratamiento. Estos parámetros se mantuvieron estables durante las siguientes 48 horas de terapia. (Bressan et al., 2013).

Por otra parte, en un estudio retrospectivo sobre el uso de la terapia de alto flujo en niños/as con bronquiolitis se sugiere que es un modo seguro de soporte respiratorio que puede proporcionar una alternativa a la presión positiva continua en las vías respiratorias nasales. Este estudio en el que participaron 45 niños/as con bronquiolitis moderadamente severa que tradicionalmente habrían sido transferidos a una Unidad de Alta Dependencia Pediátrica para administrarles presión positiva continua nasal, recibieron en cambio terapia con cánula de alto flujo en una sala pediátrica general; 11 de ellos requirieron una intensificación del soporte respiratorio, pero el tratamiento con la cánula redujo el número de recién nacidos que requieren transferencia para presión positiva continua. (Kallappa et al., 2014).

En otro estudio, se revisaron retrospectivamente los datos relacionados con 34 recién nacidos ingresados en una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica con bronquiolitis durante dos inviernos consecutivos. La presión positiva continua en las vías respiratorias nasales fue utilizada como soporte respiratorio no invasivo de primera línea durante el primer invierno y fue reemplazada por la cánula nasal de alto flujo (inicial de 1 L / kg / min, hasta un máximo de 8 L / min) durante el segundo invierno. Los resultados informaron reducciones en las tasas de intubación en bebés con bronquiolitis después de la introducción de la terapia con cánula nasal de alto flujo. (Metge et al., 2014).

Entre tanto, se han publicado pocos datos prospectivos relacionados con el tratamiento con cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos. En un estudio piloto, 19 niños con bronquiolitis moderadamente grave fueron aleatorizados a la presión positiva continua o al tratamiento con cánula durante al menos 24 h (comenzando a 4 L / min y aumentado a 8 L / min si se toleraba). La mediana de saturación de oxígeno fue más alta en los lactantes que recibieron terapia con cánula a las 8 y 12 h después de la aleatorización, pero la duración de la oxigenoterapia, el tiempo de alimentación y la duración total de la estancia fueron similares entre los dos grupos. Ningún infante requirió soporte respiratorio adicional. Este fue el único estudio que se incluyó en una revisión Cochrane del papel del tratamiento con cánula nasal de alto flujo en niños/as con bronquiolitis, que concluyó que no había pruebas suficientes para su eficacia. (Beggs et al., 2014).

Como se ha evidenciado, la literatura sobre el uso de la cánula nasal de alto flujo en pediatría aún es conflictiva en cuanto a su uso en el tratamiento de patologías respiratorias de la infancia, ofreciendo muy poca claridad sobre los beneficios y/o perjuicios de la terapia, razón por la cual esta revisión de la literatura se hace necesaria para abordar las ventajas reales del método que permitan, en el futuro, optimizar el uso de la cánula nasal de alto flujo en pediatría, sustentado con la evidencia científica recolectada de los últimos años.

Sumado a ello, como se ha mencionado, la terapia con cánula nasal de alto flujo ha surgido como un recurso facilitador y de gran contribución en la práctica hospitalaria en las Unidades de Cuidados Intensivos de diversos países en lo que se refiere al tratamiento de patologías que comprometen el mecanismo de respiración. Sin

embargo, esta terapia aún es poco reconocida y empleada en el contexto colombiano, lo que se hace evidente por la escasez de investigaciones publicadas en esa área, por lo cual el presente estudio espera aportar al conocimiento de este tema, proporcionando información a los profesionales de la salud del país interesados en recursos terapéuticos no invasivos en el tratamiento de patologías respiratorias en niños/as críticamente enfermos.

Por último, es importante destacar que las infecciones agudas de las vías respiratorias bajas se encuentran entre las tres principales causas de muerte y discapacidad entre niños y adultos; se estima que las infecciones respiratorias bajas causan casi 4 millones de muertes al año y es la causa principal de muertes entre niños menores de 5 años de edad (FSRI, 2017). Son enfermedades para las cuales existen opciones de tratamiento probadas muy limitadas. De esta forma, establecer la terapia de cánula nasal de alto flujo como una intervención efectiva y segura en estas enfermedades tiene implicaciones clínicas significativas. Esta intervención puede proporcionar una forma efectiva de soporte respiratorio que es menos invasiva y que potencialmente tiene costos más bajos y menos eventos adversos que la terapia de ventilación convencional no invasiva, aspecto que merece estudiarse para proveer las recomendaciones pertinentes sobre este aspecto.

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo

El presente estudio es de tipo descriptivo, se limitará a observar y describir las características fundamentales de las variables que se eligieron en el diseño del estudio, en este caso, el uso y la eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias.

4.2 Diseño

Revisión literaria, tiene como fin el detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que son útiles a los propósitos del estudio, así como extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe a nuestro problema de investigación, considerando que la fuente principal de información son los documentos que representan la población de estudio; además porque el interés como investigadores es analizarlos con el propósito de dar respuesta a los objetivos planteados.

4.3 Método

El método es de tipo no experimental, debido a que no se manipularon las variables de estudio, solo se observaron los fenómenos tal y como se dan naturalmente para luego analizarlos.

4.4 Población y muestra

Artículos publicados en las bases de datos de Bireme (SciELO, MEDLINE y LILACS) y PubMed para el período de 2012 a 2018 en idioma español e inglés.

Fueron incluidos artículos en los cuales se abordó el uso de la cánula de alto flujo en prematuros, recién nacidos, lactantes, niños y niñas con diversas enfermedades respiratorias hospitalizados en servicios de urgencias, cuidados intensivos pediátricos o pediatría en general, en los cuales se tenga en cuenta al menos uno de los siguientes aspectos: mecanismo de acción, índice de flujo, efecto clínico (ventilación, ingreso a cuidados intensivos pediátricos, duración de la estadía), confort del paciente y seguridad de la terapia.

4.5 Criterios de búsqueda

Para la búsqueda de los artículos que fueron parte de la revisión documental se incluyen estudios de tipo descriptivo, estudios analíticos, retrospectivos, prospectivos, de cohortes y estudios exploratorios a nivel nacional e internacional; solo se tendrá en cuenta estudios originales que se encuentren en formato PDF sin costo y en texto completo, en los cuales se describa el uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias durante los años 2012-2018.

Se excluirán artículos de revisiones de literatura sobre el tema, estudios de protocolo y editoriales, artículos en idioma diferente al inglés y español. No se tendrá en cuenta publicaciones en formato de resumen o con texto incompleto. No se tendrán en cuenta estudios que incluyan a población adulta.

Los descriptores para la búsqueda de información que se tendrán en cuenta serán: Cánula nasal de alto flujo, Pediátrico, Mecanismos, Flujo, Efecto, Ventilación, Efectos secundarios, Tolerancia, High-flow nasal cannulae, Pediatric, respiratory insufficiency, Bronchiolitis, Children, Effects, Therapy, Intensive care Pediatric, en idioma español e inglés.

4.6 Técnicas e Instrumentos

Para el análisis de la información se procede a definir categorías de análisis a través de las cuales se hace posible clasificar conceptualmente las unidades que son cubiertas (Rodríguez, Gil y García, 1996: p. 208).

Las categorías de análisis definidas fueron: Tipología de los estudios, características temporales, características espaciales, características de la población pediátrica, ventajas del uso de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias, efectividad clínica de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias.

Cabe señalar que la investigación documental busca realizar una lectura crítica de un conjunto de documentos debidamente seleccionados, a partir del establecimiento de las categorías que direccionan la investigación y metódicamente analizados con respecto a un marco de referencia conceptual que dé sentido al procesamiento de dicha información. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

4.6.1 Instrumento: Matriz bibliométrica de análisis diseñada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, en donde se registraron los aspectos clave de cada uno de los artículos, como: Título del estudio en idioma original y traducido, idioma original de la publicación, base de datos (localización), lugar de publicación, año de publicación, objetivo del estudio, tipo de estudio (metodología), mecanismo de acción, índice de flujo, efecto clínico, entre otros, para facilitar el cumplimiento de los objetivos y sintetizar la información recolectada.

Para el análisis de la información se empleó el software Atlas ti, en el cual se clasificó la información recolectada en la matriz y se codificó en forma de categorías de análisis que materializan las variables relacionadas con la temática y los resultados que se obtuvieron a lo largo de la revisión. Cabe señalar que de acuerdo con San Martín (2014) el software de ATLAS TI es uno de los programas más reconocidos, que funcionan para analizar datos cualitativamente.

4.7 Procedimientos

Tiene como objetivo el recabar la información para conocer, recoger las ideas y sugerencias, para ubicar y definir los problemas que permitieron afianzar la metodología que se llevó a cabo durante la investigación.

Para la formulación y culminación del presente estudio se realizo.,n un conjunto de fases estructuradas y ordenadas en las siguientes fases:

Fase I: En este período se delimita el problema de investigación, los objetivos y justificación del estudio, se establece la metodología y las características que deben reunir los artículos científicos de la revisión documental, se identifican las bases de datos de consulta.

Fase II: Se lleva a cabo el trabajo de campo para la recolección de la información teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión antes mencionados.

Fase III: Registro de la información en la matriz bibliométrica en Microsoft Excel en la cual se consignan los datos agrupados de acuerdo a los objetivos propuestos, de los cuales se determinarán las categorías de análisis:

- Las ventajas del uso de la terapia como tolerancia a la técnica, índice de admisión de los pacientes a la Unidad de Cuidados Intensivos, duración de la estadía, resolución de atelectasias, diferencia del método frente a las terapias invasivas, costo-beneficio.
- Los efectos clínicos de la terapia sobre la ventilación, oxigenación y de los efectos secundarios y seguridad del tratamiento.
- La evidencia de la eficacia de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias.

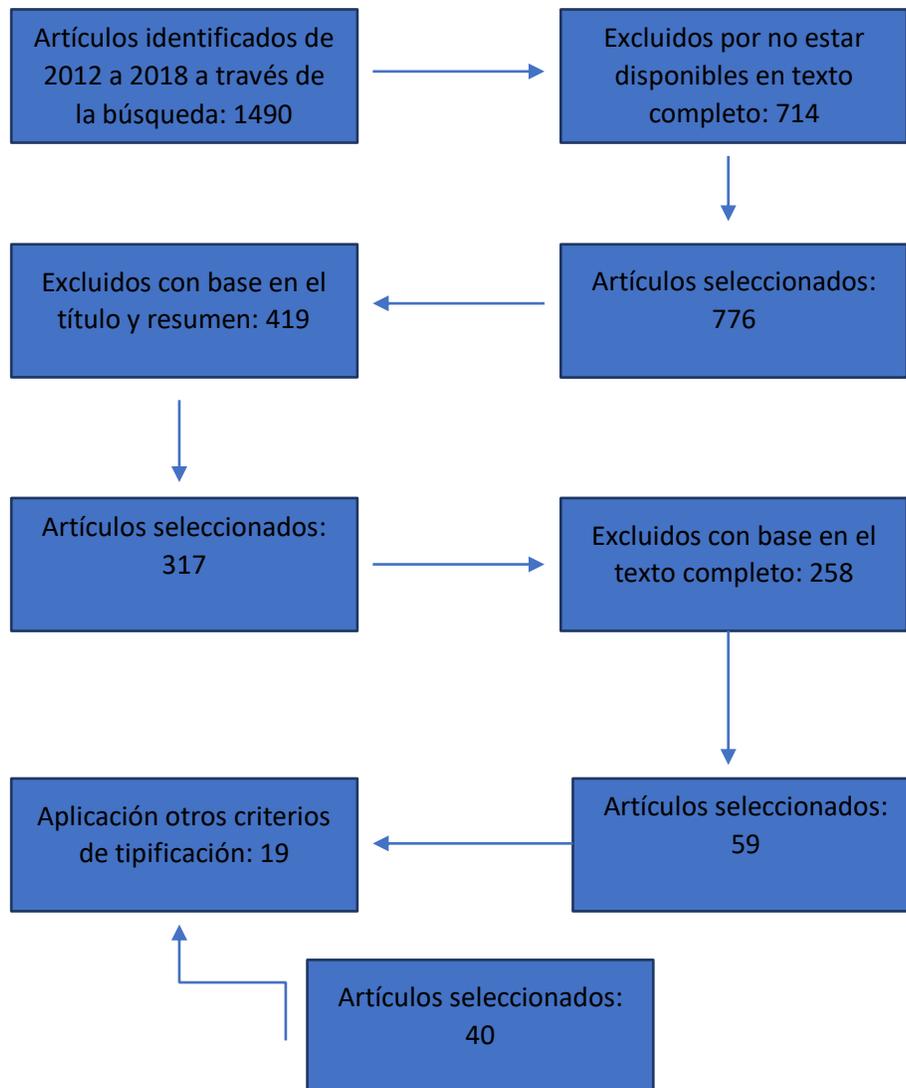
Fase IV: Con la información recopilada se procedió al análisis de las categorías y la discusión de los resultados, los cuales se consignaron en el documento final con las respectivas conclusiones y recomendaciones.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Características generales de los estudios analizados.

El proceso de selección de los estudios que hicieron parte de la revisión está representado en el siguiente flujograma:

Figura 1. Flujograma del proceso de selección de los artículos incluidos en la revisión.



Después de la búsqueda, se encontró un total de 59 artículos (9 en la base de datos de Bireme y 50 en la base de datos de PubMed). A partir de la lectura completa de los mismos, fueron seleccionados 40 artículos que contemplaban el tema propuesto y la población, teniendo en cuenta que los factores relevantes para selección fueron el uso de la cánula nasal de alto flujo en pediatría en el tratamiento de cualquier patología. Los datos de los artículos fueron recolectados a partir de la lectura de sus métodos, resultados y discusión.

5.1.1 Tipología de los estudios

Tabla 1. Metodología de los estudios analizados

Tipo de estudio	N	%
Observacional	24	60%
Experimental	5	13%
Analíticos	11	28%
Total	40	100,0%



En la Tabla anterior se observa que del 60% (n=24) de los artículos seleccionados tuvieron un diseño de tipo observacional, el 28% (n=11) fueron estudios de tipo experimental y en el 13% restante (n=5) tuvieron un diseño de tipo analítico.

5.1.2 Características temporales

Tabla 2. Año de publicación de los estudios

Años de Publicación	N	%
2012	8	20%
2013	10	25%
2014	13	33%
2015	5	13%
2016	4	10%
Total	40	100,0%

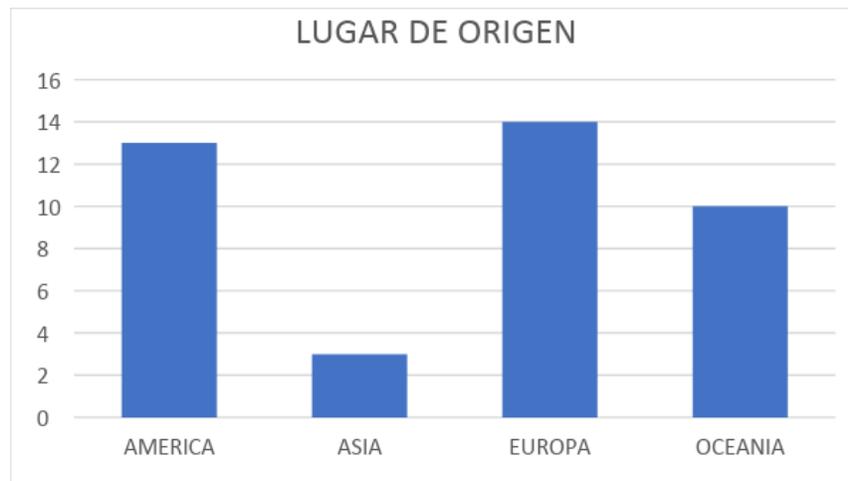


De acuerdo a la tabla anterior, de los estudios consultados el 33% se publicaron en el año 2014, seguido del 25% publicado en el 2013. Los artículos más recientes son del año 2016 $n= 4$, estos resultados ponen en manifiesto que la mayoría de la información objeto de análisis es actualizada y por lo tanto sus hallazgos son vigentes al no presentan más de 5 años. (media: 2013,7 - DS: ± 1.22).

5.1.3 Características espaciales

Tabla 3. Lugar de origen de los estudios

Ubicación Geográfica	N	%
América	13	33%
Asia	3	8%
Europa	14	35%
Oceanía	10	25%
Total	40	100%

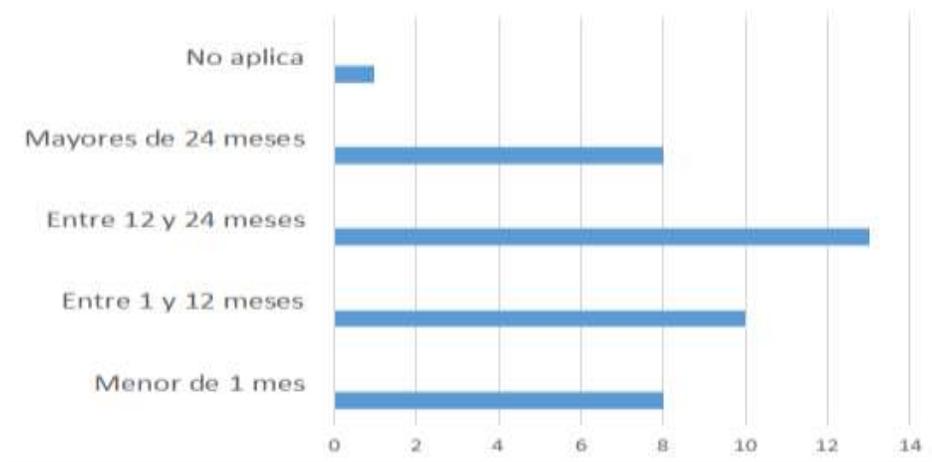


De acuerdo a la tabla anterior, la mayoría de los estudios consultados provienen de Europa (35%, n=14), 5 son de origen italiano y 4 españoles. Le sigue el 33% que proceden de América (n=13), 11 son estadounidenses y los dos restantes de América del sur. De Oceanía (Australia) provienen 10 estudios correspondientes al 25%.

5.1.4 Características de la población pediátrica

Tabla 4. Edad de los pacientes

EDAD EN MESES	n	%
Menor de 1 mes	8	20%
Entre 1 y 12 meses	10	25%
Entre 12 y 24 meses	13	33%
Mayores de 24 meses	8	20%
No aplica	1	3%
Total	40	100%



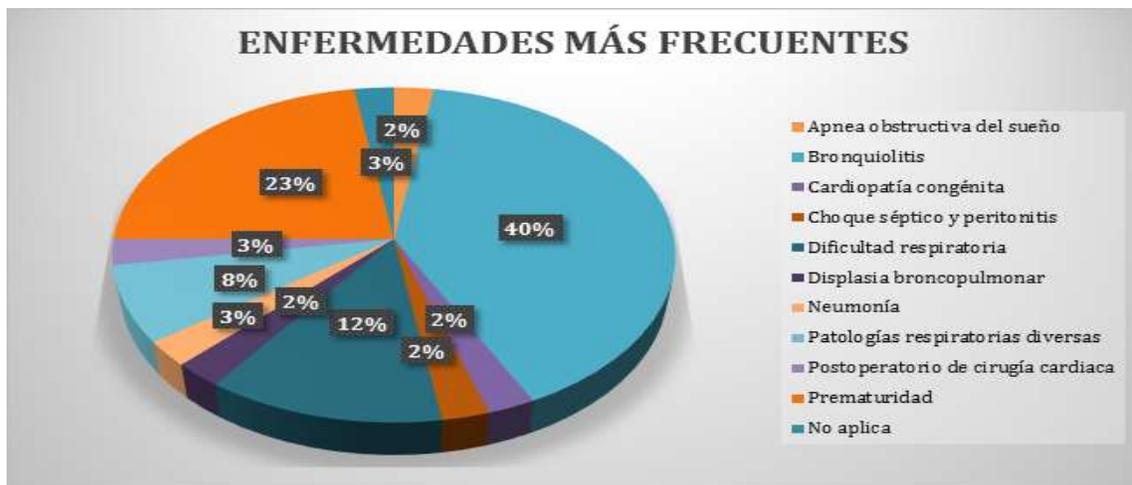
De acuerdo a la tabla anterior, se observa que el 33% (n=13) fueron estudios sobre el uso de la cánula nasal de alto flujo realizados en poblaciones con edades comprendidas entre los 12 y 24 meses de edad, el 25% (n=10) fueron investigaciones con niños entre 1 mes y 12 meses. En igual proporción (n=8, 20%) se hallaron estudios donde los niños tenían menos de 1 mes de edad o eran mayores de 24 meses.

De esta manera, se tiene que el perfil de pacientes encontrado en esta revisión para uso de la cánula de alto flujo fue en su mayor parte lactantes y prematuros. A propósito de este resultado, Wilkinson, Andersen, O'Donnell, De Paoli (2011) señalan que la adaptación de ese perfil de pacientes en ventilación mecánica no invasiva puede

ser complicada, pues puede causar lesiones en la piel cuando se aplica a través de máscara nasal o facial, debido a la presión ejercida sobre la cara. Así las cánulas nasales son comúnmente empleadas en recién nacidos y niños pequeños, lo que indicaría aún más el uso del alto flujo debido a su seguridad, practicidad y facilidad de uso.

Tabla 5. Principales Usos Clínicos

ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES	n	%
Apnea obstructiva del sueño	1	3%
Bronquiolitis	16	40%
Cardiopatía congénita	1	3%
Choque séptico y peritonitis	1	3%
Dificultad respiratoria	5	13%
Displasia broncopulmonar	1	3%
Neumonía	1	3%
Patologías respiratorias diversas	3	8%
Postoperatorio de cirugía cardiaca	1	3%
Prematuridad	9	23%
No aplica	1	3%
Total	40	100%



De acuerdo con lo anterior se observa que el principal uso clínico de la cánula de alto flujo es la bronquiolitis (40%) y el soporte ventilatorio en la prematuridad (23%). También es notorio el uso de la cánula de alto flujo para soporte ventilatorio no invasivo en la admisión del paciente en progresión de dificultad respiratoria o en el proceso de post-extubación (12%).

Otros usos clínicos frecuentes reportados en los estudios son patologías respiratorias diversas, entre ellas: Neumonía, asma, tromboembolismo pulmonar, laringitis.

También se encontró el uso en diagnósticos como la apnea obstructiva del sueño, en el postoperatorio de cirugía cardíaca, en un paciente menor de 1 año con cardiopatía congénita, en un recién nacido con displasia broncopulmonar y en un estudio que trató un shock séptico y peritonitis meconial las cuales cursaron con atelectasias.

De esta manera, esta revisión demostró que el uso de la cánula de alto flujo es más indicado en la bronquiolitis y para el soporte ventilatorio en la prematuridad. En conformidad, varios estudios han demostrado que los métodos no invasivos de ventilación de presión positiva en las vías aéreas son el tratamiento de primera elección para la bronquiolitis aguda grave en la actualidad. El uso del alto flujo en niños con insuficiencia respiratoria se debe a la mejora de la ventilación y de la oxigenación, reduciendo el trabajo respiratorio y posiblemente evitando la necesidad de ventilación mecánica (Prado, Adela, Godoy, Lina M, 2005; Shoemaker, Pierce, Yoder, DiGeronimo, 2007).

5.2 Ventajas del uso de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias

La revisión puso en manifiesto que la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo propicia una buena tolerancia a la terapia mostrando que muchas veces es más fácilmente aceptada por los pacientes.

En el estudio de Urbano et al. (2012), las máscaras nasal y facial son en la mayoría de las veces poco toleradas por los niños y niñas, pues necesitan ser sostenidas o apretadas, trayendo dificultad para la comunicación, alimentación e higiene oral, haciendo posible el desarrollo de úlceras en las áreas de contacto. Por el contrario, las cánulas de alto flujo propician una terapia cómoda, segura y de fácil aplicación para recién nacidos, lactantes y niños.

De forma similar, Tejera et al. (2013) revela que el alto flujo se presenta como una técnica simple y de fácil accesibilidad, con escasos efectos adversos, generando un menor impacto económico, ya que reduciría la entrada del paciente en las unidades de cuidado intensivo pediátrico y la utilización de ventilación mecánica.

También Morosini et al (2016), reportan beneficios con el inicio temprano de esta técnica desde el área de emergencia en los niños cursando infecciones respiratorias bajas con insuficiencia respiratoria, disminuyendo la necesidad de ventilación mecánica. Dichos autores también señalan beneficios adicionales a la aplicación de la terapia de alto flujo en área de emergencia: la sencillez de su uso y la rápida respuesta

clínica, que permite definir en forma oportuna el destino del paciente, evitando traslados innecesarios y asegurando el soporte respiratorio.

De forma similar Wegner et al. (2015), indicaron en su estudio que la implementación de la cánula de alto flujo en la unidad permitió adquirir familiaridad con el sistema y evaluar su sencillez al requerir solo una monitorización 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.

Algunos datos también han sugerido que los niños con insuficiencia cardíaca congestiva pueden beneficiarse de terapia con cánula nasal de alto flujo, posiblemente debido a sus efectos sobre la reducción de la poscarga y precarga sistémica (Pham, O'Malley, Mayfield, Martin & Schibler, 2015). Los datos observacionales (series de casos) han sugerido un papel potencial para esta terapia en pacientes jóvenes con obstrucción de las vías respiratorias altas o enfermedad neuromuscular y en niños mayores con asma o neumonía, aunque los datos para todas estas condiciones son limitados (Joseph, Goldberg, Shitrit, Picard, 2015).

Otra ventaja de la terapia es que, durante su administración, la alimentación no resulta severamente trastornada. (Slain, Shein, y Rotta, 2017) En general, cuando

existe una dificultad respiratoria grave, los pacientes pediátricos se hidratan mediante infusión intravenosa de líquidos o por vía nasal mediante tubos nasogástricos.

Sin embargo, a medida que mejora el estado respiratorio del paciente, existe la posibilidad de pasar a la alimentación oral. Esto es valioso, especialmente en las poblaciones de bebés a pretérmino, la neonatal e infantil lactante debido a la comodidad derivada de la alimentación mamaria y/o oral, y el establecimiento asociado de reflejo de succión/deglución, especialmente con neonatos prematuros.

No obstante, dentro de la literatura consultada, el modo de alimentación mientras se recibe terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo pocas veces se informó. En el estudio de Shetty, Hickey, Rafferty, Peacock, Greenough (2016) en el Reino Unido, el 46% de los encuestados encontraron más fácil alimentar con biberón / taza a los bebés con terapia de cánula nasal de alto flujo, en comparación con la terapia nasal de presión positiva continua. Dos estudios pediátricos informan sobre el uso de alimentación oral mientras reciben terapia de alto flujo, todos sin eventos adversos aparentes, como la aspiración. (González et al., 2013; Bressan et al., 2013).

Sobre este aspecto, McGinley, Halbower, Schwartz, Smith, Patil y Schneider (2009) indican que es probable que el argumento sobre la administración oral provenga de la cantidad de flujo administrado y de la incapacidad percibida del neonato / lactante para coordinar un reflejo de succión-deglución con un aumento del flujo. Sin embargo, Spentzas, Minarik, Patters, Vinson, Stidham (2009) señalan que una explicación igualmente probable es que el trabajo de respiración de un neonato/infante puede reducir su capacidad de succionar / tragar efectivamente en estas situaciones y, a

medida que mejora su función respiratoria, no presenta mayor riesgo de aspiración al alimentarse por vía oral en flujos altos que en cualquier otro momento.

No obstante, para dar más certeza a este dilema se necesitaría una observación clínica más estrecha para garantizar que el neonato/infante no se vea comprometido durante la alimentación, a la vez que se examine con antelación la capacidad del neonato / infante para manejar los alimentos orales y el trabajo de respiración. Aunque está fuera del alcance de esta revisión, se necesita una investigación más sólida para determinar si existe un mayor riesgo de aspiración durante la alimentación oral y cuáles son los beneficios de la misma, en comparación con otros modos, como la alimentación enteral o intravenosa.

Por otro lado, la literatura revisada, como se mencionó, en su mayoría no informaron eventos adversos en niños con el uso de la cánula de alto flujo y concluyeron que el uso de esta terapia es seguro tanto en el servicio pediátrico general (Mayfield, Bogossian, O'Malley, Schibler, 2014; Bueno, Olivares, Notario, Ruperez, Fernandez, Patino, et al., 2014; Kallappa, Hufton, Millen, Ninan, 2014), como el servicio de emergencias (Arora et al., 2012) y el cuidado de Cuidados Intensivos Pediátricos (Hough, Pham, Schibler, 2014; ten Brink et al., 2013).

Sin embargo, dos estudios describieron cuatro casos graves de neumotórax en niños con cánula nasal de alto flujo; un niño de 2 meses tratado por bronquiolitis por velocidad de flujo 6-8 L / min, un niño de 16 años con parálisis cerebral (velocidad de flujo 15-20 L / min), un niño de 22 meses con un hematoma subdural (flujo velocidad 6 l / min) (Hegde & Prodhan, 2013) y también en un niño de 4 años con asma tratado con cánula nasal de alto flujo (flujo de 40 l / min) (Long, Babl, Duke, 2016).

En la revisión se encontraron algunos estudios que comparan la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo con otras terapias, como la terapia de presión positiva continua en la vía aérea con oxígeno de flujo bajo; un ensayo controlado aleatorizado realizado por Chisti et al., (2015) en el que participaron niños con neumonía severa en Bangladesh, encontró que cuando se comparó con la terapia de presión positiva continua en la vía aérea con oxígeno de flujo bajo mejoró el resultado (intubación, muerte, falla clínica), pero no encontró diferencias en el resultado entre los niños apoyados por la cánula de alto flujo o bajo flujo.

Un estudio retrospectivo que comparó niños tratados con terapia de alto flujo y presión positiva continua en la vía aérea con oxígeno de flujo bajo durante dos temporadas, no encontró diferencias entre los grupos con respecto a la duración de la estadía, la frecuencia respiratoria, la PCO_2 , la FiO_2 o la duración del suministro de oxígeno (Metge, Grimaldi, Hassid, Thomachot, Loundou, Martin, et al., 2014).

Con similares resultados Ten Brink, Duke, Evans (2013) encontraron diferencias significativas entre los niños con terapia de alto flujo y presión positiva continua en la vía aérea con oxígeno de flujo bajo con respecto a la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, la saturación arterial de oxígeno (SaO_2) o la dificultad respiratoria. En este estudio, el 26% de los niños tratados con terapia de alto flujo requirió una escalada de apoyo respiratorio en comparación con el 18% en el grupo tratado con bajo flujo ($p = 0,27$) (Ten Brink, Duke, Evans, 2013)

En recién nacidos y mayores de 2 años, los ensayos controlados aleatorios no han mostrado efectos diferentes entre la terapia de alto flujo y la presión positiva continua en la vía aérea con oxígeno de flujo bajo con respecto a la intubación. En los

recién nacidos prematuros, tres ensayos aleatorios controlados encontraron efectos similares en el uso de la cánula de alto flujo en comparación con la presión positiva continua después de la extubación (Collins, Holberton, Barfield, Davis, 2013; Yoder, Stoddard, Li, King, Dirnberger, Abbasi, 2013).

Colectivamente, la literatura consultada no proporciona evidencia definitiva sobre si el tratamiento presenta mayores ventajas, además de su tolerancia, su practicidad y fácil acceso. Este aspecto es corroborado por otros autores, entre ellos, Hernández et al., (2016), que indican que una de las razones que no permite generalizar las ventajas de la terapia es porque los pacientes que participan en la mayoría de estudios que tienen por objetivo establecer la eficacia y beneficios de la terapia de la cánula de alto flujo se realiza con poblaciones mixtas lo que conduce a una gran heterogeneidad.

En concordancia, Dres y Demoule (2017) sugieren que los beneficios esperados de la terapia de oxigenación con cánula de alto flujo dependen de su indicación y del dispositivo con el que se compara la terapia. Para los autores, hasta la fecha, el uso de la cánula de alto flujo ha sido sugerido en varias indicaciones, pero pocas han sido rigurosamente evaluadas. Las dos indicaciones principales en términos de nivel de evidencia son (1) para prevenir la intubación en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica y (2) para prevenir la insuficiencia respiratoria aguda post extubación y la reintubación posterior en la UCI médica o después de la cirugía. Otras indicaciones importantes en las que se ha investigado la cánula de alto flujo pero que carecen de pruebas claras de beneficios clínicos son la pre-oxigenación antes de la intubación de pacientes hipoxémicos graves, la insuficiencia renal aguda inducida por hipoxemia en

huéspedes inmunocomprometidos y la oxigenación para asegurar una broncoscopia flexible.

5.3 Efectividad clínica de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias

Los efectos clínicos de la terapia con cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos han sido ampliamente reportados en la literatura consultada.

5.3.1. Efectividad clínica sobre la ventilación y oxigenación

En un estudio piloto abierto aleatorizado prospectivo que incluyó 19 recién nacidos hospitalizados con bronquiolitis, se encontró una SpO₂ mediana más alta a las 8 y 12 horas, pero no a las 24 horas, en el grupo a que se le aplicó la terapia con cánula nasal de alto flujo, que en el grupo que se le administró por campana de oxígeno (Hilliard TN, Archer N, Laura H, Heraghty J, Cottis H, Mills K, et al, 2012).

En un ensayo controlado aleatorio de niños sometidos a cirugía cardíaca, se encontró mejoría de la presión parcial de oxígeno / fracción de oxígeno inspirado (PO₂/ FiO₂) después de la extubación en niños que recibieron terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo en comparación con oxígeno administrado por cánulas con un flujo máximo de 2 L / min (Testa, Iodice, Ricci, Vitale, De Razza, Haiberger, et al. 2014). También se ha informado de una reducción en la frecuencia respiratoria y una mejoría de los parámetros del gas en otros estudios observacionales prospectivos de bronquiolitis (Bressan, Balzani, Krauss, Pettenazzo, Zanconato, Baraldi, 2013; Kallappa et al., 2014, Milani et al., 2016).

Según Martínez, Sánchez, Fernández (2013) se ha logrado demostrar la eficacia del sistema de alto flujo de Fisher & Paykel® en la bronquiolitis aguda, con

disminución de la FR, FC y de los índices de intubación que disminuyeron del 23% al 9%. Además, también está asociado a la mejora de las escalas de gravedad, SpO₂ y confort de neonatos y lactantes con enfermedad respiratoria. En las primeras horas de tratamiento se puede observar la mejora del batido de ala de nariz y de la tirada supraesternal, progresivamente la tira intercostal y finalmente la tirada subcostal.

Tejera et al. (2013) y Testaa et al. (2014), por su parte, no mostraron efecto en la PO₂ en el postoperatorio de cirugía cardíaca y en 12 horas de tratamiento continuo considerando los valores previos.

5.3.2 Efectividad clínica en UCI pediátrica y duración de la estadía

Un estudio de casos y controles encontrado sobre el efecto de la terapia con cánula nasal de alto flujo en el ingreso a la UCI pediátrica encontró que la admisión fue cuatro veces menos probable en niños que recibieron la terapia de alto flujo que los niños que recibieron tratamiento estándar (Mayfield, Bogossian, O'Malley, Schibler, 2016). Sin embargo, en el estudio no se describió diferencia en la duración de la estadía.

Entre tanto, el resultado más significativo encontrado en la literatura consultada es la reducción de los índices de admisión de los pacientes en las unidades de terapia intensiva pediátrica y neonatal revelado en el estudio de Martínez, Sánchez, Fernández (2013), que demostró que la introducción de esta técnica de ventilación evitó el ingreso del 80% de las bronquiolitis en la UCI pediátrica, ya que es de fácil acceso y manejo de las enfermería.

Un estudio observacional prospectivo que incluyó niños con bronquiolitis encontró que la duración de la estadía era 3 días más corta en niños que recibían terapia con cánula nasal de alto flujo que en niños que recibían oxígeno de bajo flujo (Milani et al., 2016).

De manera similar, en el estudio de Riese et al., (2015) en pacientes con bronquiolitis, encontraron que la mediana de duración en la estadía del hospital fue de 4 días frente a 3 días antes y después de la introducción de la terapia con cánula nasal de alto flujo en las salas generales (Riese et al., 2015).

Por otro lado, Bueno et al, (2014) no encontraron diferencias en la duración de la estadía en un estudio que comparó niños con bronquiolitis tratados con terapia con cánula nasal de alto flujo y solución salina hipertónica, así mismo, en un estudio de bronquiolitis que comparó niños con tratados con presión positiva continua y la terapia con cánula nasal de alto flujo durante dos temporadas (Metge et al., 2014).

Del mismo modo, no hubo diferencias en la duración de la estadía en un ensayo aleatorio controlado que comparó niños sometidos a cirugía cardíaca con oxigenoterapia convencional y con terapia con cánula nasal de alto flujo (Testa, et al., 2014), o en un estudio controlado retrospectivo de casos observacionales que incluyó niños de 0-18 años ingresados en UCI pediátrica con insuficiencia respiratoria aguda debido a diversas enfermedades respiratorias (Wing et al., 2012). La mediana de los días de estancia en la UCI en este estudio se redujo de seis a cuatro horas, pero este hallazgo, para los autores, tiene una importancia clínica limitada, dada la variación muy corta de duración de la estadía informada.

En resumen, los estudios sobre el efecto de la terapia de oxigenación con cánula nasal de alto flujo han identificado un efecto clínico positivo en los parámetros de SpO₂, PO₂, frecuencia respiratoria y gases en sangre en algunos niños, especialmente en aquellos con bronquiolitis. En los niños con bronquiolitis, también se ha encontrado algún efecto de esta terapia en los días de duración de la estancia y el ingreso a la UCI pediátrica, pero esto no se puede extender a otras poblaciones infantiles con otras enfermedades respiratorias.

5.3.3 Efectividad clínica sobre el confort del paciente

En una de las investigaciones consultadas se ha estudiado la tolerancia y la comodidad del paciente con el tratamiento. Este estudio incluyó a 13 niños mayores de 1 año, y encontró que la comodidad del paciente medida por la escala COMFORT mejoró al cambiar del oxígeno administrado por máscara facial a cánula nasal de alto flujo (Hough et al., 2014).

En un estudio noruego entre recién nacidos, no se encontraron diferencias en la comodidad del paciente con terapia con cánula de alto flujo y con presión positiva continua, pero los padres prefirieron la terapia con cánula de alto flujo, informando que su hijo estaba más satisfecho, y que percibían que era más fácil interactuar con su hijo cuando estaban aplicando esta terapia (Klingenberg et al., 2014).

Manley et al (2014) en un estudio en Australia que incluyó al personal médico y de enfermería señaló que, a pesar de la falta de directrices, se percibía que la

terapia de oxigenación con cánula nasal de alto flujo era fácil de administrar y cómodo para los lactantes.

Parecería que esta evaluación de tolerancia mejorada del paciente cuando se utiliza cánula nasal de alto flujo en comparación con otras formas de soporte respiratorio también puede ayudar a explicar su popularidad entre el personal clínico, y parece ser una de las razones de su uso creciente en los últimos años, a pesar de la falta de evidencia contundente para su eficacia clínica.

5.3.4 Efectividad clínica sobre la intubación

Cuatro estudios observacionales retrospectivos han evaluado el uso de la terapia con cánula de alto flujo y el riesgo de intubación en niños (Schibler et al., 2012; Wing et al., 2012; Wraight et al., 2015; Riese et al., 2015).

Dos de estos estudios concluyeron que el uso de HFNC se asoció con una reducción general en las tasas de intubación, sin embargo, estos estudios tenían un bajo nivel de evidencia (Schibler et al., 2012; Wing et al., 2012).

El estudio de Schibler et al., (2012) con niños con bronquiolitis menores de 24 meses de edad, comenzaron con un flujo de 8 L / min. En el estudio de Wing et al. (2012) Se incluyeron niños de 0 a 18 años con otras afecciones además de la bronquiolitis, con flujos que variaron de 8 a 50 L / min dependiendo de la edad del niño. En este estudio, las tasas generales de intubación disminuyeron del 15.8% al 8.1% con la introducción de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo y el

establecimiento de una guía para su uso, incluyendo una disminución del 21% al 10% entre los niños con bronquiolitis. La disminución global se debió en gran medida a una disminución de la tasa de intubación en la sala de urgencias pediátrica, del 10,5% al 2,2%, mientras que las tasas de intubación después de la transferencia a la UCI pediátrica se mantuvieron estables.

Otro estudio con intubación como resultado usó un índice de flujo de 2 L / kg / min, pero no incluyó un grupo de control que confirmara resultados (Wraight et al., 2015). Los autores informaron que el 12% de los bebés y niños hospitalizados en la UCI pediátrica por diversos trastornos respiratorios compatibles con la terapia con cánula nasal de alto flujo necesitaron un tratamiento intensivo con presión positiva continua o intubación.

Otro estudio no encontró diferencias en la tasa de intubación antes y después del inicio de la terapia con cánula nasal de alto flujo en un servicio pediátrico (Riese et al., 2015), mientras que, en otro estudio observacional, aproximadamente un tercio de los niños que comenzaron con terapia con cánula nasal de alto flujo en un servicio de urgencias requirieron una escalada a un nivel superior de soporte respiratorio con presión positiva continua o intubación (Long et al., 2016).

Otros estudios han comparado las tasas de intubación de niños tratados con terapia con cánula de alto flujo o con presión positiva continua. En un ensayo controlado aleatorizado prospectivo de pacientes UCI pediátrica menores de 6 meses con bronquiolitis, no se observaron diferencias con respecto a la necesidad de ventilación mecánica invasiva entre sujetos tratados con terapia de alto flujo a 2 L / kg / min en comparación con aquellos tratados con presión positiva continua a

7 cm H₂O, aunque terapia de alto flujo se asoció con un empeoramiento más frecuente de la disnea (Milesi et al., 2013)

En un ensayo prospectivo controlado aleatorizado de niños menores de 5 años con neumonía, los sujetos tratados con terapia de alto flujo tuvieron tasas similares de deterioro clínico, intubación y muerte en comparación con aquellos tratados con presión positiva continua (Chisti et al., 2015). Estudios retrospectivos de pacientes de UCI pediátrica con bronquiolitis (Medge et al., 2014) y diversas formas de insuficiencia respiratoria (Ten Brinck et al., 2013) informan tasas de intubación similares entre sujetos tratados con presión positiva y aquellos que reciben oxígeno con cánula de alto flujo. Sin embargo, debido a su relativa seguridad, comodidad y facilidad de uso, los autores recomiendan considerar la terapia de alto flujo como un modo de apoyo respiratorio para los niños que acuden al servicio de urgencias con dificultad respiratoria de moderada a grave.

Los resultados encontrados de esta revisión son coherentes con otros estudios. Rello et al. (2012) describió una serie de pacientes con hipoxemia severa como resultado de la neumonitis por H1N1 (O₂ Sat <92% en más de 9 l / min de oxígeno a través de la máscara). Entre los pacientes que recibieron oxigenoterapia a través de cánula de alto flujo, casi la mitad (9/20) nunca requirió intubación y los que no respondieron fueron intubados dentro de las 6 horas de iniciar el tratamiento con alto flujo. Es importante destacar que, a pesar de los altos flujos que se utilizan, ninguno de los médicos tratantes y el personal de enfermería se infectaron con la enfermedad viral.

Frat et al. (2015) aleatorizaron 310 pacientes con insuficiencia respiratoria aguda ($\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 < 300$) en 23 centros médicos para el tratamiento con máscara facial o cánula de alto flujo. No hubo diferencias en la tasa de intubación entre los grupos, pero los pacientes tratados con la cánula tuvieron más días sin ventilación (si se intubaron) y mejores tasas de supervivencia incluso después del ajuste para la puntuación simplificada de fisiología aguda II y antecedentes de insuficiencia cardíaca.

Tres metaanálisis han estudiado la literatura que compara la cánula de alto flujo con la oxigenoterapia convencional y la ventilación invasiva en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda. En resumen, la mortalidad no se ve afectada, pero la terapia con cánula de alto flujo parece ser mejor tolerada por los pacientes que la oxigenoterapia convencional. Aunque parece haber una señal que sugiere que la terapia de alto flujo puede reducir la tasa de intubación, este tema sigue siendo controvertido; uno de los artículos sugirió que este hallazgo puede ser específico para pacientes de alto riesgo (según definición de APACHE II puntos de mortalidad aproximada) (Ou et al., 2017), mientras que otro incluyó un análisis secuencial de prueba que demostró que se requieren más estudios sobre el tema (Monro et al., 2017).

Por otro lado, en cuanto a la duración de la estadía, unos ensayos aleatorios controlados (Hernández, Vaquero, González, Subira, Frutos-Vivar, et al., 2016; Parke, McGuinness, Dixon, Jull, 2013) mostraron que la duración de la estancia en la UCI no estaba influenciada por la elección de la terapia con cánula de alto flujo.

Parke et al. (2013) no informaron diferencias en cánula de alto flujo en comparación con terapia de oxigenación convencional (alto flujo 33.4 horas versus terapia convencional 28.9 h) y Hernández et al (2016) informaron que la duración de la estancia de los pacientes en la UCI fue similar entre quienes usaron terapia de alto flujo y terapia convencional (6 días con terapia de alto flujo versus 6 días con terapia convencional).

Por último, la revisión reveló un mayor confort con la terapia de oxigenación con la cánula de alto flujo, esto también ha sido considerado en otros estudios. Tiruvoipati et al (2010) realizaron un ensayo prospectivo cruzado aleatorizado de 50 pacientes que requirieron oxígeno suplementario de alto flujo después de la extubación. El objetivo fue comparar la eficacia de la terapia con cánula nasal de alto flujo con el oxígeno de alto flujo administrado por una máscara en términos de intercambio de gases. También se estudiaron los efectos secundarios sobre los signos vitales, la comodidad y la tolerancia del paciente.

La cánula OptiFlow de Fisher & Paykel se asignó al azar a la terapia de máscara facial de alto flujo (no identificada). Durante un período de estabilización de 30 minutos después de la extubación, se valoró la FIO_2 para lograr las saturaciones de oxígeno deseadas. La aleatorización ciega identificó a los pacientes para la terapia con cánula nasal o el sistema de máscara facial durante 30 minutos, al final de los cuales se obtuvieron los signos vitales. Luego, los pacientes se cambiaron al sistema alternativo y se repitió la recopilación de datos.

Ambos dispositivos de administración de oxígeno proporcionaron 30 L / min de flujo total, y FIO₂ coincidió con los requeridos durante el período de estabilización inicial. La comodidad fue evaluada por entrevista con la enfermera, utilizando una escala analógica visual. La tolerancia o los criterios de salida se basaron en la observación del empeoramiento de los signos respiratorios, cardiovasculares y del sistema nervioso central. Los resultados identificaron diferencias estadísticamente significativas en el intercambio de gases o los signos vitales. Hubo una diferencia estadísticamente significativa en la tolerancia del paciente a favor de la terapia con cánula nasal. Aunque tampoco fue estadísticamente significativo, hubo una tendencia positiva hacia la comodidad del paciente para el grupo con terapia con cánula nasal.

También un ensayo de comparación secuencial prospectivo de Roca et al, (2010) utilizando la terapia con cánula nasal de alto flujo con 20 pacientes identificados con insuficiencia respiratoria hipoxémica refractaria a la terapia convencional con O₂, encontró que las evaluaciones subjetivas para la comodidad (disnea, sequedad de la boca y comodidad general) favorecieron a la terapia con cánula nasal de alto flujo. De interés fue que algunos pacientes experimentaron una incomodidad cervical torácica con la cánula nasal, que disminuyó después de reducir el flujo total.

5.4 Eficacia de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos con patologías respiratorias.

Tabla 6. Grado de eficacia de la cánula nasal de alto flujo según la totalidad de los estudios

Eficacia Cánula Nasal de Alto Flujo	n	%
Eficacia fisiológica	13	33%
Eficacia moderada, requiere más estudios	16	40%
Eficacia moderada sin cambios con otras terapias de oxigenación	6	15%
Ineficacia fisiológica	5	13%
Total	40	100%

Gráfica 6. Eficacia de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo



En la Tabla 6 se describe las condiciones de eficacia fisiológica con el uso de la cánula nasal de alto flujo en pacientes pediátricos, el 40% (n=16) indica una eficacia moderada que requiere de más estudios de evidencia científica en población pediátrica, el 33% (n=13) reporta efectos fisiológicos suficientes, 15% (n=6) destaca eficacia

moderada que no reporta cambios importantes con el uso de otras terapias de oxigenación y en el 13% (n=5) se indicó ineficacia fisiológica de la terapia con esta población.

De acuerdo con la revisión, la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo ha estado ganando atención como un soporte respiratorio innovador para pacientes pediátricos, especialmente aquellos con bronquiolitis. Proporciona gas médico adecuadamente calentado y humidificado a caudales de hasta 60 L / min, y se considera que tiene una serie de efectos fisiológicos, incluida la reducción del espacio muerto anatómico, la presión positiva al final de la espiración, mantenimiento de una fracción constante de oxígeno inspirado (FiO_2) y buena humidificación. En un ensayo controlado aleatorio multicéntrico que se realizó en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda no hipercápnic, el tratamiento con oxígeno con cánula de alto flujo no produjo tasas de intubación significativamente diferentes en comparación con la oxigenoterapia estándar o la ventilación no invasiva, pero mostró significativamente diferente mortalidad de 90 días (Frat et al., 2015).

Varios ensayos aleatorizados controlados han revelado que el uso de la terapia con oxígeno con cánula nasal de alto flujo reduce el riesgo de reintubación en comparación con la oxigenoterapia convencional o la ventilación mecánica (Hernández et al., 2016; Liesching & Lei, 2017; Braunlich et al., 2015). Además, un metaanálisis ha informado que la oxigenoterapia con cánula de alto flujo reduce modestamente la tasa de intubación y la mortalidad de la unidad de cuidados intensivos (UCI) (Lightowler et al., 2003).

En los estudios mencionados anteriormente, la oxigenoterapia con cánula nasal de alto flujo demostró tener una eficacia moderada para la población pediátrica y adulta, por lo que se requieren ensayos aleatorios controlados a gran escala adicionales para evaluar fehacientemente la eficacia de esta terapia en entornos clínicos.

Sobre esto, Groves & Tobin (2007) señalan que el mecanismo exacto de los efectos beneficiosos observados a partir de la aplicación de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo sigue sin estar claro, por tal no se puede hablar de una estricta eficacia fisiológica, por tal, los siguientes factores deberían ser considerados en estudios científicos aleatorios controlados:

(a) El oxígeno de alto flujo (hasta 60 L / min) suministrado por la terapia de oxígeno con cánula de alto flujo cumple o excede la demanda inspiratoria máxima del paciente, lo que podría proporcionar una FiO_2 más precisa con una FiO_2 fija.

(b) El suministro de oxígeno de alto flujo vacía el espacio muerto anatómico de las vías respiratorias superiores, creando un reservorio de gas fresco disponible para cada respiración para minimizar la respiración artificial de CO_2 , lo que mejoraría la eficacia de la ventilación y el suministro de oxígeno.

(c) A diferencia de la terapia de oxigenación convencional, el sistema de oxígeno con cánula nasal de alto flujo puede generar presión positiva en la vía aérea para aumentar el cumplimiento de la vía aérea y reducir el trabajo de respiración.

(d) El aire humidificado suficientemente calentado producido por el oxígeno con cánula nasal de alto flujo facilita el aclaramiento de la secreción y disminuye los síntomas de hiperreacción bronquial

(e) Un mejor confort subjetivo generalmente resulta en una mejor adherencia y cumplimiento del tratamiento por parte del sujeto y un mejor resultado.

CONCLUSIONES

Los resultados de los estudios disponibles sugieren que el uso de la cánula nasal de alto flujo es un método relativamente seguro, bien tolerado y factible para administrar oxígeno a bebés y niños. Entre las ventajas del método en los pacientes pediátricos se expone su fácil y adecuada adaptación tanto para recién nacidos, como lactantes y niños, resultando propicio su uso tanto en el corto como en el largo plazo. Sumado a ello, su diseño proporciona una comodidad superior y facilidad de uso a los pacientes pediátricos, además que ofrece una respuesta clínica rápida, lo que resulta oportuno para definir el futuro del paciente en el servicio médico.

Otra ventaja es que permite tanto la alimentación como la comunicación de paciente, lo que resulta realmente valioso entre las poblaciones de bebés pretérmino, neonatal y lactante.

El uso de la oxigenoterapia con cánula de alto flujo en la actualidad se ha utilizado en bebés prematuros para brindarle soporte ventilatorio y en niños con bronquiolitis aguda, que cursan con insuficiencia respiratoria o en la post-extubación programada. Entre los resultados con la técnica se indica un efecto clínico positivo en diversos parámetros respiratorios, y los estudios sugieren que la terapia con cánula nasal de alto flujo puede reducir el trabajo de la respiración, la resolución de atelectasias además de disminuir los índices de ingresos a las UCI pediátricas o la necesidad de intubación, siendo bien tolerada por los pacientes.

Aunque la oxigenoterapia con cánula de alto flujo parece ser una terapia prometedora en el entorno clínico, se necesitan estudios adicionales para definir con mayor precisión los subgrupos de pacientes pediátricos que tienen más probabilidades de beneficiarse de con esta terapia, considerando que el corpus del estudio se centra más en la bronquiolitis y la prematuridad.

La eficacia de la oxigenoterapia con cánula de alto flujo en poblaciones pediátricas se considera moderada con necesidad de mayores estudios. Aunque esta técnica es una opción de terapia de oxígeno que permite la administración de gases totalmente climatizados y humidificados a tasas de flujo muy altas, mejorando la oxigenación y el bienestar del paciente y minimizando los efectos adversos a nivel nasofaríngeo. Con base en el conjunto de evidencia actual, se puede concluir que la terapia es una opción atractiva y útil en pacientes pediátricos, pues ha encontrado un papel bien definido en el tratamiento de niños con insuficiencia respiratoria aguda, acortando la brecha entre el suministro de oxígeno suplementario de bajo flujo y la ventilación tradicional no invasiva, ya que mejora la oxigenación, disminuye el trabajo respiratorio y mejora el bienestar del paciente. Sin embargo, se necesitan más estudios para determinar su impacto potencial y la eficacia en términos de morbilidad-mortalidad y costo-efectividad. Se espera que el uso de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo continúe expandiéndose, lo que sugiere que la técnica aún requiere de mayor investigación con un enfoque crítico con respecto a respuestas clínicas efectivas y cuestiones de seguridad relacionadas con el reconocimiento temprano del éxito y/o fracaso del tratamiento.

RECOMENDACIONES

No queda duda que la práctica progresiva en el uso de la terapia de oxígeno con cánula nasal de alto flujo está creciendo alrededor del mundo y en múltiples entornos hospitalarios. No obstante, ningún gran ensayo aleatorizado controlado ha producido evidencia que respalde por completo y valide la eficacia de la terapia en pacientes pediátricos, razón por la cual, se sugiere para futuros estudios un diseño controlado aleatorizado con una población significativa que ayude a comprender más el uso de la terapia en niños y bebés con diversas patologías, en especial respiratorias, cuyos resultados ayuden al personal sanitario en su proceso de toma de decisiones para implementar y evaluar las opciones de tratamiento apropiados, y ayude a orientar las investigaciones en la exploración adicional de este tema.

Resulta propicio para los fisioterapeutas especialistas en cuidado crítico el desarrollo de guías y/o protocolos del uso de la terapia de oxigenación con cánula nasal de alto flujo para el entorno clínico pediátrico y neonatal.

BIBLIOGRAFÍA

- Abboud PA1, Roth PJ, Skiles CL, Stolfi A, Rowin ME. (2012). Predictors of failure in infants with viral bronchiolitis treated with high-flow, high-humidity nasal cannula therapy. *Pediatr Crit Care Med.* 13(6): e343-9.
- American Association for Respiratory Care-AARC (2002). Clinical Practice Guideline: selection of an oxygen delivery device for neonatal and pediatric patients--2002 revision & update. *Respir Care*; 47:707–716
- Arora B, Mahajan P, Zidan MA, Sethuraman U (2012). Nasopharyngeal airway pressures in bronchiolitis patients treated with high-flow nasal cannula oxygen therapy. *Pediatr Emerg Care.* Nov;28(11):1179-84
- Beggs S, Wong ZH, Kaul S, Ogden KJ, Walters JA (2014). High-flow nasal cannula therapy for infants with bronchiolitis. *Cochrane Database Syst Rev.*1:CD009609
- Bressan S, Balzani M, Krauss B, et al (2013). High-flow nasal cannula oxygen for bronchiolitis in a pediatric ward: a pilot study. *Eur J Pediatr*; 172:1649–1656.
- Bressan, S., Balzani, M., Krauss, B. et al (2013). High-flow nasal cannula oxygen for bronchiolitis in a pediatric ward: a pilot study. *Eur J Pediatr* 172: 1649.
- Bueno Campaña M, Olivares Ortiz J, Notario Muñoz C, et al (2014). High flow therapy versus hypertonic saline in bronchiolitis: randomised controlled trial. *Archives of Disease in Childhood*; 99: 511-515.

- Chisti M.J., Salam M.A., Smith J.H., Ahmed T., Pietroni M.A., Shahunja K.M. (2015). Bubble continuous positive airway pressure for children with severe pneumonia and hypoxaemia in Bangladesh: an open, randomised controlled trial; *Lancet*, 386; 1057-1065
- Colinas L (2015). Papel de la terapia con cánula nasal de alto flujo [tesis doctorado]. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Collins, C.L., Barfield, C., Horne, R.S.C. et al. (2014). A comparison of nasal trauma in preterm infants extubated to either heated humidified high-flow nasal cannulae or nasal continuous positive airway pressure. *Eur J Pediatr*. 173: 181
- Dani C, Pratesi S, Migliori C, Bertini G (2009). High flow nasal cannula therapy as respiratory support in the preterm infant. *Pediatr Pulmonol*;44(7):629-34
- De Jongh, B., Locke, R., Mackley, A., Emberger, J., Bostick, D., Stefano, J., ... Shaffer, T. (2014). Work of breathing indices in infants with respiratory insufficiency receiving high-flow nasal cannula and nasal continuous positive airway pressure. *Journal of Perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association*, 34(1), 27–32.
- Dres, Martin, & Demoule, Alexandre. (2017). What every intensivist should know about using high-flow nasal oxygen for critically ill patients. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 29(4), 399-403.
- Figueruelo, A., Urbano Villaescusa, J., Botrán Prieto, M., Solana García, M.j, Mencía Bartolomé, S., y López-Herce Cid J. (2012). Utilización de cánulas

nasales de alto flujo para la ventilación no invasiva en niños. *Anales de Pediatría*;75(3): 182-187.

Foro de las Sociedades Respiratorias Internacionales-FSRI (2017). El impacto global de la Enfermedad Respiratoria – Segunda edición. México, Asociación Latinoamericana de Tórax.

Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al (2015). High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med*; 372:2185–96.

González Martínez F, González Sánchez M, y Rodríguez Fernández R (2013). Impacto clínico de la implantación de la ventilación por alto flujo de oxígeno en el tratamiento de la bronquiolitis en una planta de hospitalización. *An Pediatr*; 78(4):210-5.

Groves N, Tobin A (2007). High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers. *Aust Crit Care*. 20(4):126-31

Hernández G, Vaquero C, González P et al (2016). Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients: a randomized clinical trial, *JAMA*, 315(13), 1354–1361.

Hernández, R. (2010), *Metodología de la investigación*, Cuarta edición, Mcgraw hill interamericana editores, México D. F.

Hilliard, T.N., Archer, N., Laura, H., Heraghty, J., Cottis, H., Mills, K.H., Ball, S., & Davis, P. (2012). Pilot study of vapotherm oxygen delivery in moderately severe bronchiolitis. *Archives of disease in childhood*, 97 2, 182-3.

Hough JL, Pham TM, Schibler A. (2014). Physiologic effect of high-flow nasal cannula in infants with bronchiolitis. *Pediatr Crit Care Med.* 15(5):e214-9

Joseph, L., Goldberg, S., Shitrit, M., & Picard, E. (2015). High-Flow Nasal Cannula Therapy for Obstructive Sleep Apnea in Children. *Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 11(9), 1007–1010. <http://doi.org/10.5664/jcsm.5014>

Kallappa C, Hufton M, Millen G, et al (2014) Use of high flow nasal cannula oxygen (HFNCO) in infants with bronchiolitis on a paediatric ward: a 3-year experience *Archives of Disease in Childhood*;99:790-791.

Kelly GS, Simon HK, Sturm J. (2013). High-flow nasal cannula use in children with respiratory distress in the emergency department: predicting the need for subsequent intubation. *Pediatr Emerg Care*;29(8):888-92.

Klingenberg C, Pettersen M, Hansen EA, et al (2014). Patient comfort during treatment with heated humidified high flow nasal cannulae versus nasal continuous positive airway pressure: a randomised cross-over trial. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*;99: F134-F137.

Kugelman, A. Riskin, A. , Said, W. , Shoris, I. , Mor, F. and Bader, D. (2015), A randomized pilot study comparing heated humidified high-flow nasal cannulae with NIPPV for RDS. *Pediatr Pulmonol.*, 50: 576-583.

Lavizzari A, Colnaghi M, Ciuffini F, et al (2016). Heated, Humidified High-Flow Nasal Cannula vs Nasal Continuous Positive Airway Pressure for Respiratory Distress

Syndrome of Prematurity. A Randomized Clinical Noninferiority Trial. *JAMA Pediatr.* Aug 8.

Lavizzari A, Veneroni C, Colnaghi M, et al (2014). Respiratory mechanics during NCPAP and HHHFNC at equal distending pressures. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*; 99: F315-F320.

Liesching TN, Lei Y (2017). Efficacy of high-flow nasal cannula therapy in intensive care units. *J Intensive Care Med.* Jan.

Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliott MW, et al (2003). Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ*; 326:185.

Long E, Babl FE, Duke T (2016). Is there a role for humidified heated high-flow nasal cannula therapy in paediatric emergency departments? *Emerg Med J*; 33:386-389.

López F (2002). El análisis de contenido como método de investigación. XXI, *Revista de Educación*, 4; 167-179.

Manley BJ, Owen L, Doyle LW, Davis PG (2012). High-flow nasal cannulae and nasal continuous positive airway pressure use in non-tertiary special care nurseries in Australia and New Zealand. *J Paediatr Child Health*; 48:16–21.

Manley BJ, Owen LS, Davis PG. (2014). High-flow nasal cannulae in very preterm infants after extubation. *N Engl J Med.* 23;370(4):385-6.

- Mayfield S, Jauncey-Cooke J, Hough JL, Schibler A, Gibbons K, Bogossian F (2014). High-flow nasal cannula therapy for respiratory support in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 3:CD009850
- Mayfield, S., Bogossian, F. , O'Malley, L. and Schibler, A. (2014), High-flow nasal cannula in bronchiolitis. *J Paediatr Child Health*, 50: 373-378.
- McGinley B, Halbower A, Schwartz AR, Smith PL, Patil SP, Schneider H (2009). Effect of a high-flow open nasal cannula system on obstructive sleep apnea in children. *Pediatrics.* 124:179–188
- Metge P, Grimaldi C, Hassid S, et al (2014). Comparison of a high-flow humidified nasal cannula to nasal continuous positive airway pressure in children with acute bronchiolitis: experience in a pediatric intensive care unit. *Eur J Pediatr*, 173:953–958.
- Metge P, Grimaldi C, Hassid S, Thomachot L, Loundou A, Martin C, Michel F (2014). Comparison of a high-flow humidified nasal cannula to nasal continuous positive airway pressure in children with acute bronchiolitis: experience in a pediatric intensive care unit *Eur J Pediatr.*;173(7):953-8.
- Milani, G. P., Plebani, A. M., Arturi, E. , Brusa, D. , Esposito, S. , Dell'Era, L. , Laicini, E. A., Consonni, D. , Agostoni, C. and Fossali, E. F. (2016), Using a high-flow nasal cannula provided superior results to low-flow oxygen delivery in moderate to severe bronchiolitis. *Acta Paediatr*, 105: e368-e372.

- Milési C, Baleine J, Matecki S, et al (2013). Is treatment with a high flow nasal cannula effective in acute viral bronchiolitis? A physiologic study. *Intensive Care Med*; 39:1088–1094.
- Möller W, Feng S, Domanski U, Franke K-J, Celik G, Bartenstein P, Becker S, Meyer G, Schmid O, Eickelberg O, et al (2017). Nasal high flow reduces dead space. *J Appl Physiol*; 122:191–197.
- Monro-Somerville T, Sim M, Ruddy J, et al (2017). The effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy on mortality and intubation rate in acute respiratory failure. *Crit Care Med*.45:e449–56.
- Morosini, F, Dall'Orso, P, Alegretti, M, Alonso, B, Rocha, S, Cedrés, A, Más, M, Sehabiague, G, & Prego, J. (2016). Impacto de la implementación de oxigenoterapia de alto flujo en el manejo de la insuficiencia respiratoria por infecciones respiratorias agudas bajas en un departamento de emergencia pediátrica. *Archivos de Pediatría del Uruguay*, 87(2), 87-94
- Numa AH, Newth CJ (1996). Anatomic dead space in infants and children. *J Appl Physiol*. 80:1485–1489.
- Ou X, Hua Y, Liu J, et al (2017). Effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy in adults with acute hypoxemic respiratory failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *CMAJ*.189: E260–7.
- Parke R, McGuinness S, Dixon R, Jull A (2013). Open-label, phase II study of routine high-flow nasal oxygen therapy in cardiac surgical patients. *Br J Anaesth*. 111:925–31.

- Parke RL, Bloch A, McGuinness SP (2015). Effect of very-high-flow nasal therapy on airway pressure and end-expiratory lung impedance in healthy volunteers. *Respir Care*; 60:1397–1403.
- Soares de Paula, L. C., Siquiera Cosante, F., Passos Turola, R.C., Brunow de Carvalho, W., Rivero Ceccon, E. M., y Tannuri, U (2014). Atelectasia pós-extubação em recém-nascidos com doenças cirúrgicas: relato de dois casos de uso de cateter nasal de alto fluxo. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 26(3), 317-320.
- Pham, T. M., O'Malley, L. , Mayfield, S. , Martin, S. and Schibler, A. (2015), The effect of high flow nasal cannula therapy on the work of breathing in infants with bronchiolitis. *Pediatr Pulmonol.*, 50: 713-720. doi:10.1002/ppul.23060
- Pilar F & López M (2014). Oxigenoterapia de alto flujo. *An Pediatr Contin.*;12 (1):25-29
- Prado A F, R G, Adela M, Godoy P M, C B, Lina M (2005). Ventilación no invasiva como tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda en Pediatría. *Rev Médica Chile*.133(5):525–33.
- Rello J, Pérez M, Roca O, et al (2012). High-flow nasal therapy in adults with severe acute respiratory infection. *J Crit Care*. 27:434–9.
- Riese J, Fierce J, Riese A, Alverson BK (2015). Effect of a Hospital-wide High-Flow Nasal Cannula Protocol on Clinical Outcomes and Resource Utilization of Bronchiolitis Patients Admitted to the PICU. *Hosp Pediatr*. 5(12):613-8.

Roca O, Riera J, Torres F, Masclans JR (2010). High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care*;55(4):408-413.

Rodríguez G., Gil J. y García E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Aljibe

Rubin S, Ghuman A, Deakers T, et al (2014). Effort of breathing in children receiving high-flow nasal cannula. *Pediatr Crit Care Med*; 15:1–6.

San Martín Cantero, D. (2014). Teoría fundamentada y Atlas.ti: recursos metodológicos para la investigación educativa. *Revista electrónica de investigación educativa*, 16(1), 104-122.

Sánchez A.M., Elorza, D y Pérez J. Ventilación mecánica no invasiva. Presión positiva continua en la vía aérea y ventilación nasal. *An Pediatr Contin*.7(1):16-23

Schibler, A., Pham, T.M.T., Dunster, K.R. et al. (2012). Reduced intubation rates for infants after introduction of high-flow nasal prong oxygen delivery. *Intensive Care Med*. 37: 847.

Shetty S, Hickey A, Rafferty GF, et al (2016). Work of breathing during CPAP and heated humidified high-flow nasal cannula *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*; 101:F404-F407.

Shoemaker MT, Pierce MR, Yoder BA, DiGeronimo RJ (2007). High flow nasal cannula versus nasal CPAP for neonatal respiratory disease: a retrospective study. *J Perinatol*.27(2):85–91.

- Slain KN, Shein SL Rotta AT (2017). The use of high-flow nasal cannula in the pediatric emergency department. *J Pediatr (Rio J)*. 93 Suppl 1:36-45.
- Smith, B. K., Bleiweis, M. S., Neel, C. R., & Martin, A. D. (2013). Inspiratory Muscle Strength Training in Infants With Congenital Heart Disease and Prolonged Mechanical Ventilation: A Case Report. *Physical Therapy*, 93(2), 229–236.
- Spentzas T, Minarik M, Patters AB, Vinson B, Stidham G (2009). Children with respiratory distress treated with high-flow nasal cannula. *J Intensive Care Med*. 24:323–328.
- Spoletini G, Alotaibi M, Blasi F, Hill NS (2015). Heated humidified high-flow nasal oxygen in adults: mechanisms of action and clinical implications. *Chest*. 148:253–261.
- Tejera, Jonathan, Pujadas, Mónica, Alonso, Bernardo, & Pérez, Catalina. (2013). Aplicación de oxigenoterapia de alto flujo en niños con bronquiolitis e insuficiencia respiratoria en piso de internación: Primera experiencia a nivel nacional. *Archivos de Pediatría del Uruguay*, 84(Supl. 1), 28-33
- ten Brink F1, Duke T, Evans J. (2013). High-flow nasal prong oxygen therapy or nasopharyngeal continuous positive airway pressure for children with moderate-to-severe respiratory distress? *Pediatr Crit Care Med*. 14(7):e326-31.
- Testa Giuseppina, Iodice Francesca, Ricci Zaccaria, Vitale Vincenzo, De Razza Francesca, Haiberger Roberta, Iacoella Claudia, Conti Giorgio, Cogo Paola (2014). Comparative evaluation of high-flow nasal cannula and conventional

- oxygen therapy in paediatric cardiac surgical patients: a randomized controlled trial, *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, 19(3), 456–461
- Tiruvoipati R, Lewis D, Haji K, Botha J (2010). High-flow nasal oxygen vs high-flow face mask: a random crossover trial in extubated patients. *J Crit Care*; 25(3):463-468.
- Urbano J, del Castillo J, López-Herce J, Gallardo JA, Solana MJ, Carrillo Á. (2012) High-flow oxygen therapy: pressure analysis in a pediatric airway model. *Respir Care*. 57(5):721-6.
- Wegner A (2017). Cánula nasal de alto flujo en pediatría. *Neumol Pediatr*; 12 (1): 5 – 8
- Wegner A, A, Céspedes F, P, Godoy M, ML Loreto, Erices B, P, Urrutia C, L, Venthur U, C, Labbé C, M, Riquelme M, H, Sánchez J, C, Vera V, W, Wood V, D, Contreras C, JC, & Urrutia S, E. (2015). Cánula nasal de alto flujo en lactantes: experiencia en una unidad de paciente crítico. *Revista chilena de pediatría*, 86(3), 173-181.
- Wilkinson D, Andersen C, O'Donnell CP, De Paoli AG (2011). High flow nasal cannula for respiratory support in preterm infants. *Cochrane Libr*, 5.
- Wing R, James C, Maranda LS, Armsby CC (2012). Use of high-flow nasal cannula support in the emergency department reduces the need for intubation in pediatric acute respiratory insufficiency. *Pediatr Emerg Care*. 28(11):1117-23.
- Wraight TI, Ganu SS (2015). High-flow nasal cannula use in a paediatric intensive care unit over 3 years. *Crit Care Resusc*.17(3):197-201.

Yoder BA, Stoddard RA, Li M, King J, Dirnberger DR, Abbasi S (2013) Heated, humidified high-flow nasal cannula versus nasal CPAP for respiratory support in neonates. *Pediatrics*. May;131(5): e1482-90.

ANEXOS

Anexo 1. Estudios incluidos en la revisión

Tabla 7. Consolidado de Artículos

AUTORES	AÑO	POBLACIÓN	METODOLOGÍA	PRINCIPALES RESULTADOS
F. González Martínez, M.I. González Sánchez, R. Rodríguez Fernández	2013	n=25 menores de 18 meses, bronquiolitis	Observacional	I. Mejora de los parámetros clínicos II. Menor admisión en UCI
Figueruelo AG, Villaescusa JU, Prieto MB, García MS, Bartolomé SM, Cid JL-H.	2012	n = 34 Entre 9-204 meses Patologías con Insuficiencia respiratoria aguda	Observacional	Reversión de Insuficiencia respiratoria aguda
Jongh BE, Locke R, Mackley A, Emberger J, Bostick D, Stefano J, et al	2014	n= 20; Entre 28-40 semanas de edad gestacional Prematuridad y patologías con IRA	Experimental	Reversión de Insuficiencia respiratoria aguda
Hilliard TN, Archer N, Laura H, Heraghty J, Cottis H, Mills K, et al.	2012	19 niños con bronquiolitis en una sala pediátrica general. Los bebés fueron aleatorizados a oxígeno con campana (n = 8) o TOCAF (n = 11). Edad <12 meses.	Experimental	Seguridad y viabilidad de la TOCNAF en niños con bronquiolitis. SpO2 8 h después de la aleatorización y otros parámetros clínicos a intervalos de hasta 48 h.
Yoder BA, Stoddard RA, Li M, King J, Dirnberger DR, Abbasi S.	2013	n= 432 termino entre 28-42 semanas de edad gestacional, Prematuridad	Ensayo clínico	Sin diferencia con presión positiva continua en las vías respiratorias
Campaña MB, Ortiz JO, Muñoz CN, Lucas MR, Rincón AF, Hernández OP, et al	2014	n=75 menores de 6 meses bronquiolitis	Ensayo clínico	I. Sin diferencia con CNO ₂ II. Menor admisión en UCI
Paula LCS de, Siqueira FC, Juliani RCTP, Carvalho WB de, Cecon MEJR, Tannuri U.	2014	n = 2 Caso 1: 35 semanas de edad gestacional Caso 2: RN término Choque séptico y peritonitis	Observacional- Estudio de caso	Reversión de la atelectasia
Testa G, Iodice F,	2014	n = 89 < 18	Ensayo clínico	Mejora de PaO ₂ y

Uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pediatría. Revisión literaria.

Ricci Z, Vitale V, De Razza F, Haiberger R, et al		meses. Posoperatorio de cirugía cardíaca		PaO ₂ /FiO ₂
Tejera J, Pujadas M, Alonso B, Pérez C.	2013	n=23 sensores de 2 años bronquiolitis	Observacional	I. Mejora de los parámetros clínicos II. Menor admisión en UCI
Manley BJ, Owen LS, Doyle LW, Andersen CC, Cartwright DW, Pritchard MA, et al.	2013	n = 303 < 32 semanas de edad gestacional Prematuridad	Ensayo clínico	Sin diferencia con presión positiva continua en las vías respiratorias
Bressan S, Balzani M, Krauss B, Pettenazzo A, Zanconato S, Baraldi E	2013	27 bebés con bronquiolitis en una sala pediátrica general. Edad <12 meses.	Observacional	Parámetros clínicos (Co ₂ final, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, SpO ₂). Viabilidad de TOCNAF (eventos adversos).
Kallappa C, Hufton M, Millen G, Ninan TK.	2014	45 niños con bronquiolitis en una sala pediátrica general. Edad <15 meses.	Observacional	Parámetros clínicos (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, parámetros de gases sanguíneos). Eventos adversos.
Mayfield S, Bogossian F, O'Malley L, Schibler A	2014	61 niños con bronquiolitis tratados con TOCNAF en una sala pediátrica general. 33 niños con bronquiolitis tratados con oxígeno estándar de bajo flujo. Edad <12 meses.	Observacional	Registro de datos clínicos (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, SpO ₂ , duración estancia) en la UCIP y eventos adversos
Milani GP, Plebani AM, Arturi E, Brusa D, Esposito S, Dell'Era L, et al.	2016	36 niños hospitalizados con bronquiolitis en un departamento de emergencia. 18 tratados con TOCNAF, 18 con oxígeno de bajo flujo. Edad <12 meses.	Observacional	Frecuencia respiratoria, esfuerzo respiratorio, capacidad de alimentarse en los dos grupos. Duración de la estancia
Milesi C, Baleine J, Matecki S, Durand S, Combes C, Novais AR, et al.	2013	21 niños con bronquiolitis por VSR en la UCIP. Edad <6 meses.	Observacional	Presión faríngea proporcionada por TOCNAF usando caudales de 1-7 L / min y el efecto de

Uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pediatría. Revisión literaria.

				TOCNAF en el patrón respiratorio y el esfuerzo respiratorio
Hough JL, Pham TM, Schibler A.	2014	13 niños con bronquiolitis en la UCIP. Edad <12 meses.	Observacional	Volumen pulmonar espiratorio final, presión de distensión continua y distribución de ventilación regional mediante la medición de la tomografía de impedancia eléctrica.
Metge P, Grimaldi C, Hassid S, Thomachot L, Loundou A, Martin C, et al.	2014	34 niños con bronquiolitis en la UCIP. 19 niños en CPAP (primera temporada) y 15 niños en TOCNAF (segunda temporada). Edad <12 meses.	Observacional	Duración de la estancia, y otros parámetros clínicos en niños con presión positiva y TOCNAF durante dos temporadas.
Riese J, Fierce J, Riese A, Alverson BK.	2015	120 lactantes ingresados con bronquiolitis a la UCIP antes y 170 después de la introducción del TOCNAF en una sala pediátrica general. Edad <24 meses.	Observacional	Duración de la estancia, tasas de intubación, reingreso a los 30 días
Pham TM, O'Malley L, Mayfield S, Martin S, Schibler A.	2014	14 niños con bronquiolitis. 14 niños con cardiopatía congénita. Admitido a ICU P. Edad <12 meses.	Experimental	La actividad eléctrica diafragmática y la presión esofágica cambian como un sustituto del trabajo de la respiración en bebés tratados con TOCNAF.
Rubin S, Ghuman A, Deakers T, Khemani R, Ross P, Newth CJ.	2014	25 pacientes en la UCI que reciben TOCNAF o que están programados para ser extubados a TOCNAF. Edad <2 años.	Observacional	Esfuerzo de respiración en niños con presión positiva y TOCNAF a diferentes tasas de flujo midiendo el producto de la tasa de presión (cambio en la presión pleural multiplicado por la frecuencia respiratoria). La presión esofágica se usó como un sustituto de la

Uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pediatría. Revisión literaria.

				presión pleural.
ten Brink F, Duke T, Evans J.	2013	109 niños en UCIP que requieren apoyo respiratorio para diversas categorías de enfermedades; 72 niños con TOCNAF y 37 con presión positiva. TOCNAF: mediana de edad de 6 meses, presión positiva: mediana de edad de 5 meses.	Observacional	Nivel y duración del soporte respiratorio y otros datos clínicos en niños con TOCNAF y Presión positiva.
Kelly GS, Simon HK, Sturm JJ.	2013	498 niños ingresados en el servicio de urgencias pediátricas con dificultad respiratoria, el 46% tenían bronquiolitis. Edad <2 años.	Observacional	Características clínicas y de los pacientes que predicen el éxito o el fracaso del tratamiento con TOCNAF.
Wraight TI, Ganu SS.	2015	54 niños hospitalizados en UCIP por diversos trastornos respiratorios. 79% con bronquiolitis. Edad mediana 3.5 meses.	Observacional	Fracaso del tratamiento con TOCNAF definido como el paciente que necesita un aumento del tratamiento a presión positiva o intubación
Long E, Babl FE, Duke T.	2016	71 niños hospitalizados con diversas dificultades respiratorias en el departamento de emergencias. Mediana de edad 9 meses.	Observacional	Tasa de fracaso, predictores de fracaso y eventos adversos.
Chisti MJ, Salam MA, Smith JH, Ahmed T, Pietroni MA, Shahunja KM, et al.	2015	Niños con neumonía severa; asignados al azar a presión positiva, TOCNAF o oxígeno de bajo flujo. <5 años de edad.	Experimental	Fracaso del tratamiento después de 1 h.

Uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pediatría. Revisión literaria.

Joseph L, Goldberg S, Shitrit M, Picard E.	2015	5 niños con apnea obstructiva del sueño que no toleran la presión positiva. Edad <2 años.	Observacional	Cambio en el índice de apnea-hipopnea y la saturación de oxígeno.
Arora B, Mahajan P, Zidan MA, Sethuraman U.	2012	25 niños con bronquiolitis en un departamento de emergencia. Edad <12 meses.	Observacional	Presión en nasofaringe con caudales variables de TOCNAF.
Abboud PA, Roth PJ, Skiles CL, Stolfi A, Rowin ME.	2012	113 niños hospitalizados con bronquiolitis en la UCIP. Edad ≤12 meses.	Observacional	Características de los pacientes que no responden a TOCNAF medidos por frecuencia respiratoria, parámetros de gas en sangre y SaO ₂ .
Wing R, James C, Maranda LS, Armsby CC.	2012	848 pacientes divididos en 3 cohortes ingresadas en la UCIP con insuficiencia respiratoria aguda. 24% tenía bronquiolitis. Cohorte 1 (n = 190): TOCNAF no disponible Cohorte 2 (n = 289): TOCNAF disponible, pero sin pautas. Cohorte 3 (n = 369): HFNC y guías disponibles. Edad 0-18 años.	Observacional de controles	La necesidad de intubación y ventilación mecánica antes y después de la disponibilidad de TOCNAF.
Yoon S, Kwon Y, Park H, Kim C, Seol I, Lee HJ.	2012	n= 51 Entre 25-30 semanas de edad gestacional; Prematuridad	Observacional	Sin diferencia con presión positiva
Urbano J, del Castillo J, López-Herce J, Gallardo JA, Solana MJ, Carrillo Á.	2012	n=2 maniqués	Experimental	Presión positiva de bajo nivel mejores resultados
Schibler A, Pham TMT, Dunster KR, Foster K, Barlow A,	2012	n = 298 bebés <2 años, en UCI P	Observacional	El 19% requirió VNI y el 12% requirió intubación en

Gibbons K, Hough JL.				general. En pacientes con bronquiolitis solo el 4% requirió una intensificación de la terapia. Los respondedores a la bronquiolitis identificaron una reducción del 20% en la FC y el RR dentro de los 90 minutos de la terapia.
Smith BK, Bleiweis MS, Neel CR, Martin AD.	2013	n=2 cardiopatía congénita, Edad >6	Observacional	La presión inspiratoria máxima (MIP) y el desarrollo de la tasa de presión (dP / dt) fueron las medidas de resultado primarias. Las medidas de resultado secundarias incluyeron el patrón de respiración en reposo y el destete de VM. No hubo eventos adversos asociados con TOCNAF. Los bebés generaron presiones de entrenamiento a través de los dispositivos adaptados, con MIP, dP / dt y patrón de respiración mejorados. Ambos bebés se destetaron de VM a una cánula nasal de alto flujo, y ninguno requirió reintubación posterior durante su hospitalización.
Lavizzari A, Colnaghi M, Ciuffini F, Veneroni C, Musumeci S, Cortinovia I, et al.	2016	lactantes con más de 28 semanas de gestación y menos de 37 semanas con síndrome de dificultad respiratoria previa al síndrome de dificultad	Caso y control	Necesidad de ventilación mecánica 72 horas desde el inicio del soporte respiratorio

Uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pediatría. Revisión literaria.

		respiratoria N = 316		
Shetty S, Hickey A, Rafferty GF, Peacock JL, Greenough A.	2016	Infantes con displasia broncopulmonar en evolución o establecida Edad media postnatal de 30.9 semanas N = 20	Caso y control	No se midió ninguna diferencia significativa entre los grupos en el trabajo de respiración, la asincronía toracoabdominal o la saturación media de oxígeno
Kugelman A, Riskin A, Said W, Shoris I, Mor F, Bader D.	2015	Recién nacidos prematuros con síndrome de dificultad respiratoria Edad gestacional menos de 35 semanas N = 76	Caso y control	No hubo diferencias significativas en la necesidad de ventilación endotraqueal entre los grupos. La tasa de morbilidades neonatales fue similar entre los grupos
Collins CL, Barfield C, Horne RS, Davis PG.	2014	Recién nacidos prematuros que requieren soporte respiratorio no invasivo después de la intubación Edad gestacional menor de 32 semanas	Caso y control	La puntuación media del traumatismo nasal fue significativamente menor en el grupo TOCNAF.
Klingenberg C, Pettersen M, Hansen EA, Gustavsen LJ, Dahl IA, Leknessund A, et al.	2014	Los bebés menores de 34 semanas de edad posmenstrual N = 20	Caso y control	No hubo diferencias significativas entre los grupos en cuanto a la puntuación media de la escala de dolor acumulada. TOCNAF fue significativamente mejor que la terapia de presión positiva en los dominios de satisfacción infantil, contacto e interacción de los padres y posibilidad de participar en la atención. La frecuencia respiratoria media fue menor con TOCNAF que con presión positiva.
Lavizzari A, Veneroni C, Colnaghi M, Ciuffini F, Zannin E,	2014	Recién nacidos prematuros con síndrome de dificultad	Caso y control	No se observaron diferencias significativas entre los grupos en el

Uso y eficacia de la cánula nasal de alto flujo en pediatría. Revisión literaria.

Fumagalli M, et al.		respiratoria Edad gestacional media de 31 semanas N = 20.		patrón de respiración, el intercambio de gases, la mecánica pulmonar o el trabajo total de respiración a Prp de 2 y 4 cmH ₂ O.
Collins CL, Holberton JR, Barfield C, Davis PG.	2013	Recién nacidos prematuros que requieren soporte respiratorio no invasivo después de la intubación Edad gestacional menor de 32 semanas N = 132	Caso y control	No hubo diferencia en la reintubación entre grupos. La puntuación del trauma nasal fue significativamente menor en el grupo TOCNAF.