

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
SECCIÓN DE ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA**



MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:
VENTILACIÓN MECÁNICA EN CUIDADOS CRÍTICOS

TÍTULO DEL ENSAYO:
USO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA EN PACIENTES
PEDIÁTRICOS CON DIAGNÓSTICO DE BRONQUIOLITIS AGUDA.

PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:
LICENCIATURA EN ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA

PRESENTADO POR:
GABRIELA ELISA, ARIAS BELTRÁN. N° CARNET AB19001
MELVA JOHANA, CHICA ROMERO. N° CARNET CR20057
KEVIN ALEXANDER, VILLEGAS SEGOVIA. N° CARNET VS20019

DOCENTE ASESOR:
LIC. JAVIER ULISES HERNANDEZ FUENTES

OCTUBRE DE 2025

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES**



**MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA
RECTOR**

**DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN
VICERRECTORA ACADÉMICA**

**MSC. ROGER ARIAS
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:**

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA
SECRETARIO GENERAL:**

**LICDA. ANA RUTH AVELAR
DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS:**

**LIC. CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA
FISCAL GENERAL**

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
AUTORIDADES



MSC. CARLOS IVÁN HERNÁNDEZ FRANCO
DECANO

DRA. NORMA AZUCENA FLORES RETANA
VICEDECANA

LIC. CARLOS DE JESÚS SÁNCHEZ
SECRETARIO

MTRA. DIANA DEL CARMEN MERINO
DIRECTORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DR. AMADEO ARTURO CABRERA GUILLÉN
JEFE DE DEPARTAMENTO

LIC. JORGE PASTOR FUENTES CABRERA
COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

ÍNDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
DESARROLLO	14
1. Anatomía y Fisiología del Árbol Traqueobronquial	14
1.1 Tráquea	15
1.2 Bronquios	17
1.3 Alveolos	18
1.4 Pulmones	19
2. Fisiología del Sistema Respiratorio	20
2.1 Ventilación Pulmonar	21
2.2 Ventilación Normal	21
2.3 Generación de los Gradientes de Presión	22
2.4 Músculos de la Respiración	24
2.5 Circulación Pulmonar	25
2.6 Cortocircuito o Shunt Intrapulmonar	26
2.7 Intercambio de Gases	26
2.8 Distensibilidad Pulmonar	28
2.9 Resistencia de las Vías Aéreas	28
3. Bronquiolitis Aguda	29
3.1 Factores de Riesgo	31
4. Diagnóstico	32
5. Tratamiento	35
6. Manejo Farmacológico	36
6.1 Broncodilatadores	36
6.2 Adrenalina Nebulizada	37
6.3 Corticoides	38
6.4 Suero Salino Hipertónico	38
6.5 Antibióticos	39
6.6 Fisioterapia Respiratoria	39
6.7 Oxigenoterapia	40

6.8 Oxigenoterapia de Alto Flujo	41
7. Ventilación Mecánica No Invasiva.....	44
7.1 Ventilación con Presión Positiva Continua en la Vía Aérea (CPAP)	46
7.2 Ventilación con Presión Positiva de Dos Niveles en la Vía Aérea (BIPAP).....	46
7.3 Parámetros Iniciales.....	48
7.4 Interfases de la Ventilación Mecánica No Invasiva.....	49
8. Indicaciones y Contraindicaciones de la Ventilación Mecánica No Invasiva.....	51
8.1 Indicaciones.....	52
8.2 Contraindicaciones.....	52
9. Monitorización	54
10. Consideraciones y Cuidados a Tener en Cuenta en Pacientes Bajo VNI	55
11. Humidificación.....	57
12. Ventajas y Desventajas de la Ventilación Mecánica No Invasiva.....	58
12.1 Ventajas.....	58
12.2 Desventajas	58
13. Limitaciones y Complicaciones de la Ventilación Mecánica No Invasiva	60
14. Predictores de Éxito y Fracaso en la Ventilación Mecánica No Invasiva	62
15. Prevención.....	64
15.1 Programa de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)	67
CONCLUSIÓN.....	75
BIBLIOGRAFÍA	80

RESUMEN

Introducción: el presente trabajo aborda la importancia de la ventilación mecánica no invasiva en el paciente pediátrico con bronquiolitis. La bronquiolitis aguda es una enfermedad respiratoria de tipo viral, que con frecuencia afecta a niños menores de 2 años, convirtiéndose en una de las primeras causas de hospitalización. Dicha infección, es causada por el virus respiratorio sincitial, definiéndose como el primer episodio de dificultad respiratoria bronquial distal. Los factores de riesgo frecuentes son bajo peso al nacer e inmunodeficiencias. **Objetivo:** analizar el uso de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos que presentan bronquiolitis aguda. Entre las modalidades disponibles se destacan CPAP y BIPAP, las cuales disminuyen los requerimientos de intubación, evitando sus complicaciones asociadas, como lesiones en la mucosa traqueal. Ambos son alternativas eficaces y seguras para mejorar la evolución clínica, sin recurrir a técnicas invasivas. **Conclusión:** En síntesis, el manejo adecuado de la bronquiolitis aguda depende de la identificación temprana de la sintomatología del paciente y el inicio oportuno de elección del soporte respiratorio Inmediato en base a las necesidades del paciente. En las últimas décadas la ventilación mecánica no invasiva ha logrado ser una estrategia terapéutica eficaz en el soporte respiratorio, por lo tanto, se pudo considerar su uso en la población pediátrica, aumentado considerablemente. Así mismo, ha mostrado grandes beneficios en el tratamiento de la bronquiolitis aguda entre ellos, mejoría del intercambio gaseoso, mejor oxigenación, disminución del trabajo respiratorio. Sin embargo, no existe un consenso de la modalidad ideal o de la duración del tratamiento.

PALABRAS CLAVES

Bronquiolitis, bronquiolos, tratamiento, ventilación, oxigenación, interfases, CPAP, BIPAP.

ABSTRACT

Introduction: This paper addresses the importance of noninvasive mechanical ventilation in pediatric patients with bronchiolitis. Acute bronchiolitis is a viral respiratory illness that frequently affects children under 2 years of age, becoming one of the leading causes of hospitalization. This infection is caused by the respiratory syncytial virus (RSV) and is defined as the first episode of distal bronchial respiratory distress. Common risk factors include low birth weight and immunodeficiencies.

Objective: To analyze the use of noninvasive mechanical ventilation in pediatric patients with acute bronchiolitis. Among the available modalities, CPAP and BIPAP stand out, which reduce intubation requirements, avoiding associated complications, such as tracheal mucosal injury. Both are effective and safe alternatives for improving clinical outcome without resorting to invasive techniques.

Conclusion: In summary, adequate management of acute bronchiolitis depends on early identification of the patient's symptoms and timely initiation of immediate respiratory support based on the patient's needs. In recent decades, noninvasive mechanical ventilation has become an effective therapeutic strategy for respiratory support; therefore, its use in the pediatric population has increased considerably. Likewise, it has shown significant benefits in the treatment of acute bronchiolitis, including improved gas exchange, improved oxygenation, and decreased work of breathing. However, there is no consensus on the ideal modality or duration of treatment.

KEYWORDS

Bronchiolitis, bronchioles, treatment, ventilation, oxygenation, interfaces, CPAP, BIPAP.

INTRODUCCIÓN

La Bronquiolitis aguda (BA), es una enfermedad respiratoria que, con frecuencia, suele afectar a niños menores de 2 años, en los periodos invernales, lo que puede repercutir en ingresos hospitalarios, los cuales pueden ser de estancia prolongada. De hecho, es una de las principales causas de hospitalización en niños. Esta enfermedad de origen viral suele llevar a complicaciones respiratorias, y que aún, hoy en día, a pesar de los avances en el conocimiento, sigue siendo un problema, no sólo para el paciente, sino también, para el personal de salud. Su manejo se basa acorde a sus manifestaciones, medidas de sostén y soporte ventilatorio.¹

El origen de la bronquiolitis se remonta al año 1941 cuando fue descrito por primera vez en Reino Unido por Douglas Hubble y G. R. Osborn en el “British Medical Journal” luego de una epidemia de gripe. Antes, el término que se utilizaba en esta enfermedad era el de “bronquitis capilar” o “bronquiolitis catarral”, las investigaciones de ambos autores fueron clave para validar a la bronquiolitis como una entidad clínica independiente. Estudios posteriores lograron identificar que la bronquiolitis aguda, se encuentra más frecuentemente asociada al virus respiratorio sincitial (VRS), que es el causante de alrededor del 70%-80% de los casos, aunque no es el único. Si bien puede tener un curso clínico variable, que puede cambiar de leve a moderado, incluso pueden ser severos y requerir hospitalización, hasta en Unidades de Cuidado Intensivo Pediátrico (UCIP). Existen otros agentes etiológicos que responsables de la bronquiolitis, por orden de importancia se encuentran: Parainfluenza, Adenovirus, Influenza, Rinovirus, Coronavirus, Metapneumovirus Humano y Bocavirus Humano; el Mycoplasma en niños mayores y la Chlamydia pueden dar cuadros similares.^{2,3}

Existen además factores asociados a mayor morbi-mortalidad relacionada con la bronquiolitis, tales como prematuridad, cardiopatías congénitas cardíacas o pulmonares y algunas inmunodeficiencias y a su vez, se considera que la bronquiolitis es un factor de riesgo para el desarrollo posterior de asma, aunque

existen dudas del papel que desempeña esta variable. Así mismo, se ha logrado observar que, a nivel mundial, cada año, alrededor del 10% de los lactantes pueden presentar bronquiolitis, por lo que algunos artículos recopilan que se ha producido un pico entre los 2 y los 6 meses de edad.⁴

Un estudio realizado en la Universidad Nacional de Asunción Paraguay, citado anteriormente; entre el 2018 y 2019, menciona los factores de riesgo de bronquiolitis en pacientes menores de 2 años, demostrando que, dentro de la población pediátrica, los lactantes son los más vulnerables a infecciones agudas del tracto respiratorio tales como bronquiolitis.

En la ciudad de Colombia se realizó un estudio donde se identificaron 150 pacientes con bronquiolitis aguda. La mediana de edad fue de cuatro meses; una de las conclusiones es que, la mayor prevalencia se notó en los pediátricos de género masculino. Así mismo, se encuentra una reducción del uso de medicamentos en el manejo de la UCIP, respecto a manejos previos. El uso de ventilación mecánica invasiva ocurrió en el 18.2% de los pacientes y el uso de cánulas nasales de alto flujo en el 76.8%; en algunos pacientes se detectó coinfección bacteriana, y se observó el fallecimiento de seis pacientes.⁵

En el Instituto Nacional de Salud del Niño-Breña, de Lima, Perú, de enero del 2010 a diciembre del 2020, se observaron pacientes pediátricos diagnosticados con Bronquiolitis obliterante postinfecciosa (BOPI), en el cual se reportaron 10 pacientes con esta enfermedad, la mediana de edad al diagnóstico fue de 19 meses, surgiendo así, como una secuela grave de infecciones respiratorias en pediátricos. Todos los pacientes presentaron el antecedente de infección respiratoria aguda grave. Los síntomas más frecuentes fueron tos, dificultad respiratoria, sibilancias e hipoxemia. Todos tenían serología positiva para el adenovirus, por lo que, BOPI, ya no tenía relación de origen con el VSR, a diferencia de la BA. El estudio menciona la administración de tratamiento con metilprednisolona, azitromicina, hidroxiclороquina

y corticoides inhalados; resaltando la importancia del diagnóstico y manejo temprano, ya que, al finalizar su estudio, ningún paciente falleció durante el seguimiento.^{6,7}

Puede que la bronquiolitis aguda haya demostrado una mortalidad relativamente baja, presentándose alrededor de 0,9%, posicionándose como una enfermedad respiratoria relativamente benigna, en la mayoría de los casos, sobre todo, cuando se presenta en pediátricos sanos. Sin embargo, pueden existir condiciones médicas preexistentes, que pueden aumentar el riesgo significativamente, lo que puede complicar el desarrollo de la enfermedad, aumentando el riesgo de muerte, por lo que, por ningún motivo, debe subestimarse dicha enfermedad.⁸

Un estudio publicado en 2019 en Chile, con lactantes ingresados a UCIP por bronquiolitis aguda severa, menciona un balance a las 24 horas, relacionado con mayor tiempo de estadía en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), con mayor número de días con ventilación no invasiva (VNI) y ventilación mecánica invasiva (VMI), en base a ello, recomiendan como el mantenimiento de una posición adecuada en el pediátrico. Del mismo modo, concluyen que, una correcta posición, permite y facilita una adecuada ventilación del paciente; así mismo resaltan mantener hidratación adecuada, con vía aérea despejada y realizar aseo nasal frecuente.⁹

Se sabe a ciencia cierta que, el CPAP es efectivo en el tratamiento de la bronquitis aguda, así mismo, el nivel de complicaciones al ser aplicada por vía nasal, suele ser mínimo. En las últimas 2 décadas el uso de la ventilación mecánica no invasiva (VMNI) ha emergido como una estrategia terapéutica, y en la población pediátrica se ha incrementado exponencialmente, llegando a utilizarse como primera línea de soporte ventilatorio efectivo y menos agresivo para el manejo de pacientes con bronquiolitis, obviando la necesidad de requerimiento de tubo endotraqueal.

Toledo del Castillo B y col, realizaron un estudio retrospectivo en el cual se observa una descripción de la evolución en el uso de VNI en BA en la UCIP en 12 años, realizando análisis comparativo en el rango de 2 períodos, dividiéndolo en 6

años cada uno. La utilización de VNI aumentó de 79% a 100% en el segundo período, acompañado de la disminución en la necesidad de VMI y una menor estadía, como también menor porcentaje de pacientes con factores de riesgo, lo que pudo atribuirse a un inicio más precoz de la VNI. No encontraron diferencias en mortalidad, duración de estadía ni necesidad de VMI en menores de 3 meses, concluyendo que la VNI podría ser eficaz en niños con BA independientemente de su edad.¹⁰

Si bien la mayoría de los pacientes ingresados a UCIP recibe algún tipo de soporte ventilatorio y en los últimos años el soporte ventilatorio no invasivo es el de elección en niños con BA moderada a severa, no se ha definido cuál es la mejor modalidad ventilatoria, la duración de la terapia, ni el mejor método de destete.

En una investigación de la Universidad de El Salvador, alrededor de los años 2012 a 2013, se analizó la epidemiología y clínica de pacientes pediátricos de 1 mes a 5 años, que fueron ingresados en el hospital nacional de niños Benjamín Bloom, con enfermedad respiratoria grave, cuyo principal causante de la bronquiolitis, fue el virus sincitial, identificándose en el 48% de los casos.¹¹

Si bien no se cuenta con estudios publicados sobre la incidencia de bronquiolitis en San Miguel, El Salvador, profesionales de la salud que laboran en centros hospitalarios locales, como el Hospital Nacional San Juan de Dios de San Miguel, han reportado que la bronquiolitis aguda, es un caso recurrente en los pediátricos menores de 2 años, especialmente. Dichos casos, se han observado cada año, donde el personal de salud acude al tratamiento con nebulizaciones principalmente, a los casos más leves de bronquiolitis.

Debido a las diferencias que pueden encontrarse en la vía aérea del paciente pediátrico, es fundamental el conocimiento de esta, además, se ha demostrado que estos pacientes, tienden a ser más susceptibles a enfermedades respiratorias. Según los diferentes estudios observados, la mayoría de los casos suelen ser clasificados como leves, aunque, existen aquellos casos, en los que la enfermedad puede

evolucionar hacia la insuficiencia respiratoria, requiriendo así, soporte ventilatorio. En algunos casos, se ha acudido a la ventilación mecánica invasiva, es decir que, se ha tenido que intubar al paciente pediátrico, lo que lleva a mayores complicaciones aparte de la enfermedad en cuestión; puede haber infecciones nosocomiales, lesión pulmonar y así mismo, aumentar la estancia y los costos hospitalarios.

La ventilación mecánica no invasiva se ha popularizado como una estrategia eficaz para mejorar la oxigenación y reducir la necesidad de intubación traqueal, en diferentes enfermedades respiratorias, abarcando no solo el ámbito pediátrico, sino también el adulto, disminuyendo así todas las demás complicaciones asociadas a la ventilación invasiva. Esta modalidad, se ha utilizado en muchas unidades de cuidados pediátricos, no solo por su eficacia, sino también por su destacado perfil de seguridad. Como tratamiento para la bronquiolitis, se analizará la función de la ventilación mecánica no invasiva, por tal razón es esencial que se enfatice en el manejo, sin dejar de lado las desventajas asociadas a dicho modo ventilatorio, en los pacientes pediátricos.

Por esa misma razón, se busca determinar el impacto del uso de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos con bronquiolitis, lo cual, será útil para brindar un buen manejo de dicha opción de tratamiento, con el fin de contribuir de manera positiva, a tener un adecuado manejo ventilatorio en estos pacientes; de igual forma, contribuir con información útil y necesaria para el personal de la salud, para mejorar la orientación y supervisión oportuna en el cumplimiento correcto de la VNI, con la finalidad de mejorar el cuadro clínico de la población pediátrica con bronquiolitis; siendo consciente de que los factores de riesgo, tales como la prematuridad y la exposición al humo del tabaco, aumentan la susceptibilidad a desarrollar bronquiolitis aguda, cuyo diagnóstico se determina fundamentalmente por el cuadro clínico.¹²

En este sentido, se busca explorar el uso de la ventilación mecánica no invasiva, como soporte ventilatorio, en los pacientes pediátricos con diagnóstico de

bronquiolitis aguda, con el fin de aportar evidencia que pueda fortalecer las decisiones a nivel terapéutico, así mismo, se tiene como objetivo, brindar información que ayude a ser capaz de optimizar la atención en este tipo de pacientes, de igual forma contribuir en el área profesional de terapia respiratoria y profesionales de la salud, ampliando el conocimiento del manejo ventilatorio no invasivo.

Este conocimiento permitirá realizar las intervenciones necesarias adecuadas, que generen beneficio al paciente pediátrico, con el objetivo de que el personal de salud tenga la facilidad de poder garantizar una evolución favorable de la enfermedad.

DESARROLLO

1. Anatomía y Fisiología del Árbol Traqueobronquial

Uno de los detalles más importantes, para poder brindar un manejo adecuado al paciente, es el conocimiento sobre la anatomía y fisiología. A pesar de que la mayoría de los individuos, comparten características muy similares respecto a su anatomía, también hay quienes pueden diferir completamente. Es por ello que su comprensión, es beneficioso para evitar complicaciones o disminuir su incidencia.

El árbol respiratorio, también conocido como vías respiratorias, es un término que muy comúnmente aparecerá a lo largo del texto, por lo que, para tener una definición clara, esta es una red de tubuladuras, las cuales guían el aire hacia los pulmones. Estas vías respiratorias pueden dividirse en dos partes: vías respiratorias superiores y vías respiratorias inferiores. Las vías respiratorias superiores están compuestas por las vías nasales, senos, faringe, laringe y parte superior de la tráquea; por otro lado, las vías respiratorias inferiores están compuestas por la parte inferior de la tráquea, los bronquios y bronquiolos.¹³

A lo largo de diferentes investigaciones hasta hoy en día, se es consciente que los lactantes respiran principalmente por la nariz, diferenciándolo de un adulto, quienes pueden respirar tanto por vía oral, como por vía nasal. En los pacientes pediátricos, el eje de la vía nasal se observa orientada en 90° respecto a la tráquea, lo que cumple con una excelente función protectora al atrapar partículas. Sus cornetes nasales son muy vascularizados, calientan, humidifican y filtran el aire que ingresa por la nariz. Según Kendig y Chernick, en promedio, el 50% de la resistencia total de la vía aérea, se encuentra en la nariz, siendo en los recién nacidos hasta 80%; debido a ello, cualquier cuerpo extraño o secreciones que puedan comprometer la capacidad de la vía aérea nasal en los lactantes, puede significar la aparición del uso de los músculos accesorios y retracción costal. En los pediátricos la nariz estará

representando la mitad de la resistencia de la vía respiratoria. Siendo esta más corta, blanda y con narinas artificiales. La lengua de los bebés es considerablemente más grande con relación a su cavidad oral lo que conlleva a un incremento en la dificultad para visualizar la laringe durante la laringoscopia.¹⁴

La faringe se encuentra formada por los músculos constrictores de la faringe y la base de la lengua. Ésta, así mismo, posee tono muscular, que es fundamental para evitar que la vía aérea colapse durante la inspiración. La laringe cumple con la función de la fonación, mediante el paso de aire a través de las cuerdas vocales; del mismo modo, se encarga de coordinar la respiración con la deglución. A diferencia de un adulto, la laringe en pediátricos es más alta, a nivel de C3-C4; la epiglotis se encuentra más alargada, por lo que la vía aérea toma una forma cónica, con una zona más estrecha al nivel del cricoides, caso contrario en el adulto, en donde la vía aérea es cilíndrica. A causa de la posición alta de la laringe en los lactantes y niños pequeños, el ángulo que se encuentre situado entre la lengua y la glotis se encuentra más agudo debido a estos cambios en las estructuras anatómicas se ocasiona cierto grado de dificultad para visualizar las cuerdas vocales al momento de la laringoscopia, otras diferencias que se pueden observar es una epiglotis más larga y con forma de omega.

1.1 Tráquea

La tráquea es un conducto aéreo tubular, fibrocartilaginoso y membranoso, lo que le permite una leve movilidad. Este se encuentra ubicado por delante del esófago. Así mismo, se extiende desde el borde inferior del cartílago cricoides, inmediatamente después de la laringe, a nivel de la sexta vértebra cervical, descendiendo por la línea media del cuello, hasta el mediastino superior, donde se observa que se bifurca en los bronquios principales derecho e izquierdo a nivel del ángulo del esternón. Esta estructura tiene la función de conducir el aire hacia los pulmones. La vía aérea también se subdivide en zonas: zona de conducción, la cual

se encarga solamente del paso de aire, no existen alvéolos en esta zona, por lo que no hay intercambio de aire; esta comienza desde la tráquea hasta la decimosexta ramificación. La zona de transición, la cual comienza inmediatamente después de la zona de conducción, es decir, desde la decimoséptima ramificación, hasta la decimonovena, es en donde comienzan a aparecer algunos alveolos. Y, por último, la zona respiratoria, que va desde la vigésima hasta la vigesimosegunda ramificación, es en donde se pueden observar abundancia de alveolos, por cual es una zona en donde existe intercambio gaseoso. Algunas bibliografías, no toman en cuenta la zona de transición, y la incluyen como parte de la zona respiratoria, debido a que, en dicha zona ya se cuenta con intercambio gaseoso.¹⁵

La tráquea presenta anillos cartilaginosos en forma de C los cuales proporcionan soporte y tienen la capacidad de mantener la permeabilidad del conducto. Su irrigación vascular depende de las arterias tiroideas inferiores, las cuales son ramas de las arterias subclavias, estas abastecen los tercios superiores de la tráquea, y, por otro lado, las arterias bronquiales, que provienen de la aorta, que irrigan la porción inferior. Gracias a su estructura flexible, la tráquea permite cambios en su diámetro durante la respiración, la tos y los movimientos cervicales. El diámetro interno de la tráquea pediátrica es aproximadamente un tercio en comparación con la del adulto, lo que causa como consecuencia, un incremento de la resistencia al flujo aéreo. Una pequeña disminución en el diámetro de la vía aérea, provocada por edema o secreciones, pueden causar un aumento mucho mayor de la resistencia de la vía aérea en un niño, que en un adulto. Según expertos del área de salud, no existe una longitud exacta de la tráquea de un pediátrico, no solo porque estos están en constante crecimiento, sino que, a cierta edad, pueden discrepar anatómicamente entre ellos, aunque, para tener un rango aproximado, se espera que, en un recién nacido sea de aproximadamente 5 cm, y la tráquea de un niño de 18 meses mide alrededor de 7 cm.¹⁶

1.2 Bronquios

A nivel de la cuarta vértebra torácica, se encuentra la carina, punto donde la tráquea se divide en los dos bronquios principales, también denominados primarios, cada bronquio corresponde a un pulmón. Es muy conocido que el bronquio principal derecho, es más ancho y corto, en comparación con el izquierdo; es por ello que, como información general, en situaciones en donde se requiera una intubación, es muy común que el tubo orotraqueal, al introducirse mucho en la tráquea, puede dirigirse fácilmente al bronquio derecho, provocando lo que se conoce como “intubación selectiva”, donde solo el pulmón derecho está siendo ventilado.¹⁷

Los bronquios principales se ramifican en bronquios lobares, o conocidos también como bronquios secundarios; del mismo modo, a su vez, estos se dividen en bronquios segmentarios o terciarios y, posteriormente, se observa una ramificación de bronquios mucho más pequeños, denominados bronquiolos. Un dato importante a resaltar es que, mientras avanza la ramificación de la vía aérea, el cartílago presente en las vías aéreas más grandes desaparece en los bronquiolos, habiendo una predominancia de músculo liso, es por ello que, los bronquiolos son más susceptibles a edema, acumulación de mocos y colapso durante procesos infecciosos. Estos bronquiolos así mismo, se ramifican muchas veces, dividiéndose en bronquiolos terminales, los cuales son muchísimo más pequeños. Continuando con la ramificación de la vía aérea, es en los bronquiolos terminales donde finaliza la zona de conducción, mencionada anteriormente.¹⁸

La zona de transición, o respiratoria, como lo comentan algunas bibliografías, comienza con los bronquiolos respiratorios, lo cuales son ramificaciones microscópicas de los bronquiolos terminales, en este punto, ya se puede observar la aparición de alveolos. Seguidamente, los bronquiolos respiratorios se ramifican en numerosos conductos alveolares, con abundante cantidad de alveolos y sacos alveolares a su alrededor.

1.3 Alveolos

Los alvéolos son el sitio donde ocurre el intercambio gaseoso. Muchas bibliografías coinciden denominándolo “evaginación”, pero en un lenguaje más sencillo, también se podría denominar una estructura en forma de saco, la cual está ubicada al final de las vías respiratorias. Debido a que, en esta zona ya no hay cartílago, será el tejido elástico de los septos alveolares lo que evitará el colapso de la vía aérea distal. Se valora que el pulmón tiene aproximadamente entre 300 y 480 millones de alvéolos, los cuales se encuentran envueltos por más de 280 billones de capilares pulmonares. Esto representa un beneficio, al brindar una importante área de intercambio, la cual en niños puede llegar a ser hasta 320 m² de superficie para intercambio gaseoso por difusión. Del mismo modo, un estudio indica que el número de alvéolos después de un mes de vida es de 100 millones, y la alveolarización continúa, algunos estudios mencionan que, hasta los 8 años, mientras que otros comentan que la alveolarización incluso podría durar hasta la adolescencia o 21 años.¹⁹

Anteriormente, durante la redacción, solamente se han mencionado los sacos alveolares, estos consisten, ya sea en dos o más alveolos, con la característica de que comparten desembocadura. Las paredes alveolares están compuestas por dos tipos de células: por una parte, el 95% de la superficie alveolar, está rodeado por neumocitos tipo I, y es donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso. Por otra parte, los neumocitos tipo II, constituyen el 5% de la superficie alveolar y se caracterizan por producir surfactante. El surfactante pulmonar es una sustancia compuesta principalmente por fosfolípidos, lípidos neutros y proteínas específicas, que permite la disminución de la tensión superficial del líquido alveolar, y así mismo es esencial para reducir la tendencia al colapso alveolar y permitir un intercambio gaseoso adecuado.²⁰

Existen espacios interalveolares o poros de Kohn y canales de Lambert, los cuales son los encargados de comunicar a los bronquiolos terminales con los alvéolos. Estos canales de ventilación colateral suelen aparecer alrededor de los 3 a los 4 años, están cubiertos por surfactante y permiten el tránsito de macrófagos alveolares. Su presencia es escasa en niños menores, por lo que existe mayor riesgo de atelectasias en lactantes.²¹

1.4 Pulmones

Los pulmones son un órgano par, tienen una consistencia blanda y esponjosa, estos se localizan en la cavidad torácica y están recubiertos por una membrana delgada denominada membrana pleural, constituida por una capa superficial, denominada pleura parietal, la cual recubre la cavidad torácica; la capa profunda, es llamada pleura visceral, ésta recubre los pulmones. Entre ambas capas existe un pequeño espacio, denominado cavidad pleural, el cual contiene un líquido que es secretado por ambas membranas, este cumple con la función de permitir un deslizamiento suave entre las membranas durante la respiración, mediante la reducción del roce de ambas.²²

Cada pulmón presenta un vértice, el cual se eleva hacia el interior del cuello, aproximándose a la clavícula; una base cóncava que descansa sobre el diafragma; una cara costal convexa que se adapta a la pared torácica; y una cara mediastínica que se moldea conforme al pericardio y otras estructuras mediastínicas. Es en esta cara en donde se encontrará el hilio, es como una depresión en el pulmón, de la cual salen y entran estructuras, como las que son: arterias y venas pulmonares, vasos bronquiales, nervios y vasos linfáticos. Los pulmones suelen ser rosados durante la infancia, pero se la podido observar que, con la edad, estos se tornan de un color moteado, o toman una tonalidad más oscura, se dice que es debido a la inhalación de partículas de polvo durante todo el crecimiento, las cuales son atrapadas por los fagocitos pertenecientes a los pulmones. El pulmón derecho generalmente cuenta

con tres lóbulos, estos son el lóbulo superior, medio e inferior, los cuales están separados por la fisura oblicua y la fisura horizontal. En contraste, el pulmón izquierdo consta solamente de dos lóbulos, el lóbulo superior e inferior, del mismo modo, estos también se encuentran separados únicamente por la fisura oblicua. Y pues, es en el interior de estos, en donde se encuentra el contenido de un extenso sistema de conductos, compuesto por bronquios y bronquiolos que fueron mencionados anteriormente.²³

Se conoce que la pared torácica de los niños es relativamente débil e inestable, por lo que, el uso de la musculatura abdominal en situaciones en donde, el pediátrico requiere de alta demanda ventilatoria, puede llevar al característico “patrón respiratorio abdominal”. Las retracciones intercostales, supraesternales y subcostales se evidencian cuando incrementa el trabajo respiratorio debido a obstrucción aérea o enfermedad pulmonar. La fatiga que se produce en los músculos respiratorios puede llevar a una disminución del esfuerzo respiratorio y ocasionando un fallo respiratorio progresivo.

2. Fisiología del Sistema Respiratorio

El funcionamiento del sistema respiratorio consiste en una serie de mecanismos que permiten, tanto la entrada y la conducción del aire, para realizar su función en el organismo. Estos mecanismos incluyen procesos como ventilación pulmonar, la mecánica pulmonar y el intercambio gaseoso. El conocimiento de la fisiología respiratoria es de gran importancia, para el adecuado manejo de la vía aérea, ya que, de estas variables respiratorias depende la vida del paciente y la apropiada utilización de los conocimientos y recursos para el manejo de esta.

2.1 Ventilación Pulmonar

El proceso de intercambio gaseoso en el cuerpo, llamado respiración, tiene tres pasos básicos:²⁴

1. La ventilación pulmonar o, comúnmente conocida como respiración, es sencillamente el proceso de la inspiración y la espiración de aire, lo que produce el intercambio de aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares.

2. La respiración externa, es el intercambio de gases entre la sangre que circula por los capilares sistémicos y la que circula por los capilares pulmonares, a través de la membrana respiratoria. Durante este proceso, la sangre capilar pulmonar obtiene O₂ y pierde CO₂, este proceso será comentado más adelante.

3. La respiración interna es el intercambio de gases entre la sangre en los capilares sistémicos y las células tisulares. En este proceso, la sangre pierde O₂ y adquiere CO₂

Durante la ventilación pulmonar, el aire fluye entre la atmósfera y los alvéolos, gracias a diferencias de presión alternantes creadas por la contracción y la relajación de los músculos respiratorios. La velocidad de flujo aéreo y el esfuerzo necesario para la ventilación también dependen de la tensión superficial alveolar, la distensibilidad de los pulmones y la resistencia de las vías aéreas.

2.2 Ventilación Normal

El proceso de ventilación es muy similar al funcionamiento de un fuelle, cuyos componentes son: las vías aéreas, tubos de calibre regulable que comunican el exterior con la superficie de intercambio gaseoso, el tórax y sus músculos actúan como motor de la ventilación, el pulmón, que representa la superficie de intercambio

gaseoso, contenida dentro del tórax, la frecuencia y amplitud de la respiración, que son reguladas por grupos de neuronas localizados en el sistema nervioso que responden a los requerimientos del organismo. A su vez, estos núcleos reciben información de sensores localizados en otras regiones del organismo, como, por ejemplo, las arterias, pulmones, bronquios, etc., y factores químicos que funcionan como un sistema de retroalimentación, contribuyendo así a la preservación de una ventilación eficiente. La ventilación pulmonar se basa en la alternancia entre la inspiración y la espiración; en condiciones normales la inspiración es activa, involuntaria, realizada gracias a la participación de los músculos respiratorios, fundamentalmente el diafragma.

2.3 Generación de los Gradientes de Presión

En situaciones normales, una inspiración se logra con una respiración con presión negativa, es decir que, la presión alveolar tiene que disminuir por debajo de la presión atmosférica. En algunas bibliografías, la presión atmosférica se representa con un valor de 0 cmH₂O, por lo que, a modo de entendimiento, en este sentido, una presión menor a la atmosférica debería ser “negativa”. Este gradiente de presión, en donde la presión dentro de los alvéolos es menor que la atmosférica, es la suficiente para permitir al aire del exterior superar las resistencias ofrecidas por las vías aéreas de conducción, por lo que, el aire fácilmente entra hacia los pulmones.²⁵

Para lograr que la respiración con presión negativa normal, tal y como se comentó hace un momento, se necesita que la presión alveolar esté por debajo de la presión atmosférica, esto se logra fácilmente mediante la contracción de los músculos de la inspiración, los cuales serán comentados más adelante; esta contracción de los músculos del tórax, permite un aumento en el volumen torácico, en consecuencia, aumenta el volumen dentro de los alvéolos, y por ende, disminuye la presión dentro de estos. Así mismo, es importante conocer que los alveolos no tienen la capacidad de expandirse por sí mismos, por lo que existe una presión de distensión, llamada

“gradiente de presión transmural”, la cual aumenta, produciendo que los alvéolos, en respuesta se expandan de manera pasiva.

Levintsky también menciona que la presión que es causada por la interacción mecánica entre el pulmón y la pared torácica es llamada “presión intrapleurales”, esto es debido a que esta presión se encuentra en el pequeño espacio entre la pleuras visceral y parietal. Dicha presión es negativa de -3 a -5 cmH₂O, y durante la inspiración se vuelve más negativa. Entonces, como la presión alveolar se encuentra por debajo de la presión atmosférica, estableciendo el importante gradiente de presión, el flujo de aire fluye hacia adentro de los pulmones. Una vez terminada la inspiración, las presiones, tanto a nivel alveolar, como a nivel atmosférico pueden estar igualadas, así que no existe entrada de aire, pero con la relajación de los músculos inspiratorios, en su momento contraídos, inicia la espiración. A diferencia de la inspiración, la espiración normal es un proceso pasivo porque no involucra contracciones musculares, sino que, mientras el pulmón realiza su retroceso elástico hacia adentro, para aumentar la presión alveolar por encima de la presión atmosférica, para que, de este modo, el aire salga de los pulmones, la pared torácica realiza un retroceso elástico hacia afuera, para mantener los alvéolos abiertos y evitar el colapso de la vía aérea.

Así como existe la respiración con presión negativa, también existe la respiración con presión positiva. Se puede realizar una respiración con presión positiva, al aumentar la presión en la nariz o la boca, y siempre teniendo en cuenta que, dicha presión debe ser mayor a la presión alveolar, para que pueda haber ingreso de aire a la vía aérea. A diferencia de la respiración con presión negativa, en donde la tensión mecánica, o, mejor dicho, la expansión alveolar, será transmitida desde los alveolos más externos, es decir, los que están más cerca de la pared torácica, hacia los interiores; en la respiración con presión positiva, serán los pulmones quienes deben empujar contra la caja torácica, en resumen, la expansión alveolar se hace desde los alveolos más internos o centrales, hacia los que están más cerca de la caja torácica.

2.4 Músculos de la Respiración

Como se ha explicado antes, se ha podido dar a notar que los músculos de la respiración cumplen una función fundamental para el organismo en general, ya que estos son casi protagonistas durante la labor respiratoria, debido a ello es importante que los músculos trabajen en cada fase.

El músculo inspiratorio más importante es el diafragma, un músculo esquelético cupuliforme que forma el piso de la cavidad torácica. Está inervado por fibras de los nervios frénicos, que se originan en la médula espinal, en los niveles cervicales 3, 4 y 5. La contracción del diafragma aplanan y desciende su cúpula, lo que aumenta el diámetro vertical de la cavidad torácica. Durante la inspiración normal, el diafragma desciende alrededor de 1 cm (0,4 pulgadas), lo que genera una diferencia de presión de entre 1 y 3 mm Hg y una inspiración de alrededor de 500 ml de aire.²⁶

La respiración pasiva normal, comienza cuando los músculos inspiratorios se relajan. Cuando el diafragma se relaja, su cúpula asciende, a causa de su elasticidad. Cuando los músculos intercostales externos se relajan, las costillas descienden. Estos movimientos disminuyen los diámetros vertical, lateral y anteroposterior de la cavidad torácica, lo que a su vez reduce el volumen pulmonar. En el caso de la espiración activa, ya se hace uso de algunos músculos, como lo son los músculos de la pared abdominal y los músculos intercostales internos. Cuando los músculos de la pared abdominal se contraen, el contenido abdominal es empujado hacia el diafragma, y por otro lado, la contracción de los músculos intercostales empuja la caja torácica hacia abajo, ambas contracciones oprimen la cavidad torácica, aumentando de este modo, la presión alveolar, para permitir la salida de aire.

2.5 Circulación Pulmonar.

Cuando se habla de circulación pulmonar, no solo se refiere al recorrido de la sangre a través de los alvéolos para su oxigenación, sino también, al porcentaje de sangre encargado de irrigar todo el árbol traqueobronquial. De este modo, se dice que los pulmones cuentan con dos tipos de circulación; el flujo sanguíneo pulmonar y el flujo sanguíneo bronquial.

El flujo sanguíneo pulmonar, es el también denominado “circulación pulmonar”, es el encargado del intercambio gaseoso, por lo que, se encuentra compuesto por dos arterias pulmonares y por cuatro venas pulmonares. Las arterias pulmonares derecha e izquierda tienen origen en el tronco pulmonar, estas tienen la labor de llevar la sangre desoxigenada proveniente del ventrículo derecho hacia los vasos pulmonares, también conocidos como capilares pulmonares, estos vasos se distribuyen similar a una red, alrededor de cada alveolo, permitiendo el correspondiente intercambio de gases. Muchas bibliografías resaltan un importante dato curioso, y es que, estas arterias pulmonares, son las únicas arterias en todo el cuerpo, que transportan sangre desoxigenada, es por ello que, en diferentes libros de texto, las imágenes representativas de dichas arterias son de color azul. Una vez estos capilares pulmonares hayan realizado su intercambio gaseoso, esta sangre oxigenada es dirigida a través de las venas pulmonares derecha e izquierda, hacia la aurícula izquierda del corazón, de este modo, una vez que esta sangre pasa al ventrículo izquierdo, sea liberada hacia la circulación sistémica, llevando oxígeno y nutrientes a todos los tejidos del cuerpo.²⁷

Cuando se habla de flujo sanguíneo bronquial, se refiere a aquella pequeña porción constituida por el gasto cardíaco del ventrículo izquierdo, que tiene la posibilidad de irrigar parte del árbol traqueobronquial con sangre arterial sistémica, o en palabras más sencillas, con sangre oxigenada.

2.6 Cortocircuito o Shunt Intrapulmonar

Se produce cuando zonas del pulmón son perfundidas, pero no ventiladas, esto sucede cuando la sangre llega a la circulación arterial sin pasar por un adecuado intercambio gaseoso en los sacos alveolares, se produce debido a una alteración en la ventilación y perfusión pulmonar. El cortocircuito fisiológico se refiere al espacio muerto fisiológico, estará compuesto por diferentes tipos de cortocircuitos entre ellos los anatómicos, intrapulmonares estos pueden clasificarse en absolutos o en estados tipo cortocircuito es decir una condición fisiológica donde la sangre sin oxigenar, atraviesa los pulmones, sin embargo los alvéolos se encuentran ventilados de forma limitada, las zonas donde la relación-perfusión es baja se deben a que los alvéolos reciben menos cantidad de aire, demasiado flujo sanguíneo o ambas situaciones al mismo tiempo. Por otro lado, los cortocircuitos anatómicos suceden cuando parte de la sangre venosa del cuerpo llega de forma directa al ventrículo izquierdo sin pasar a los pulmones para oxigenarse.²⁸

La sangre mixta que riega los capilares pulmonares asociados con alvéolos por completo no ventilados o colapsados constituye un cortocircuito absoluto porque no ocurre intercambio gaseoso. Las unidades alvéolo capilar con una relación ventilación-perfusión disminuida también contribuye a reducir el nivel de oxígeno en la sangre arterial, ya que el flujo sanguíneo que se origina de estas unidades presenta una presión parcial de oxígeno más baja en comparación con la sangre procedente de áreas con una adecuada ventilación-perfusión. Aumentar el porcentaje de oxígeno que se inhala no incrementa significativamente la presión parcial de oxígeno arterial en pacientes que presentan cortocircuitos intrapulmonares absolutos o zonas tipo cortocircuitos, debido a que la sangre en los capilares pulmonares va hacia los alvéolos que están menos ventilados o no ventilados.

2.7 Intercambio de Gases

La función principal que se le atribuye a los pulmones es el intercambio de gases, con el consecuente objetivo de llevar oxígeno a los diferentes tejidos. Se conoce como “intercambio gaseoso” al proceso a través del cual, el pulmón capta oxígeno (O₂), y elimina dióxido de carbono (CO₂), con el fin de cumplir las demandas metabólicas del organismo. En un primer momento, para que este proceso pueda llevarse a cabo, debe realizarse una inspiración, de este modo, el aire del ambiente, el cual está cargado de O₂ (y de otros gases en diferentes porcentajes), pueda transportarse a través de la vía aérea de conducción hasta el alveolo. Como se mencionó anteriormente, la vía aérea solamente permite la conducción de aire, por lo que no participa en el intercambio gaseoso, es debido a ello, que se conoce como espacio muerto anatómico. Cuando el gas ya se encuentra en el alveolo, el O₂ pasa a través de la membrana alveolo - capilar, mediante un proceso de difusión simple, quiere decir que, esta difusión ocurre debido a la diferencia de presiones parciales de los gases, en ambos lados de la membrana alveolo - capilar. Mientras que el O₂ pasa del alvéolo hacia la sangre capilar, el CO₂, pasa desde la sangre del capilar desoxigenada, proveniente de los tejidos; hasta el alveolo, para que esté, considerado como producto de desecho, pueda ser eliminado durante la espiración. Regresando al oxígeno, una vez en el torrente sanguíneo, se une a la hemoglobina, y a través de ella, se distribuye hacia los diferentes tejidos.²⁹

La capacidad de difusión logra medir la facilidad con la cual el intercambio gaseoso se lleva a cabo entre los alvéolos y los capilares. A través del tiempo y estudios, se han llegado a descubrir ciertas enfermedades pulmonares, las cuales, se observan que tienen una afectación directa en los alvéolos y la pared de los capilares, teniendo como desventajoso resultado, una interferencia en la difusión normal, y como consecuencia, una reducción en la cantidad de oxígeno que logra llegar al torrente sanguíneo.

A pesar de que, el mero proceso de intercambio gaseoso entre los alvéolos y la sangre no tenga diferencias entre un pediátrico y un adulto, existen otros elementos relacionados, o que, al final, pueden lograr intervenir en el proceso de dicho

intercambio. Un conjunto de bibliografías médicas, mencionan las diferencias que se pueden observar en los pacientes pediátricos, es que se observa un aumento en el volumen minuto. Este aumento, se logra principalmente, como consecuencia de un aumento en la frecuencia respiratoria. El volumen corriente está limitado por la mayor distensibilidad de la pared torácica, esto quiere decir que, al momento de realizar un mayor esfuerzo respiratorio, hay más susceptibilidad al colapso. El volumen corriente está limitado por la disminución de la distensibilidad pulmonar, debido a la falta de surfactante, que podría encontrarse en algunos de los pacientes pediátricos, en especial, los recién nacidos. Así mismo, la distensibilidad pulmonar disminuye. La principal causa es la insuficiencia de surfactante. Al parecer, sintetizar una cantidad adecuada de surfactante lleva varios días.³⁰

2.8 Distensibilidad Pulmonar

Levitzky, citado previamente, menciona que la distensibilidad es el esfuerzo requerido para distender los pulmones y la pared del tórax. Una distensibilidad elevada significa que los pulmones y la pared torácica se expanden con facilidad, mientras que una distensibilidad baja significa que resisten la expansión. En los pulmones, la distensibilidad se relaciona con dos factores principales: la elasticidad y la tensión superficial. En condiciones normales, los pulmones tienen una distensibilidad elevada y se expanden fácilmente porque las fibras elásticas del tejido pulmonar se estiran de manera normal, y el surfactante del líquido alveolar reduce la tensión superficial

2.9 Resistencia de las Vías Aéreas

Del mismo modo que el flujo de la sangre pasa a través de los vasos sanguíneos, la velocidad del flujo a través de las vías aéreas depende tanto de la diferencia de

presión como de la resistencia. El flujo de aire es igual a la diferencia de presión entre los alvéolos y la atmósfera, dividida por la resistencia. Las paredes de las vías aéreas, en especial los bronquiolos, ofrecen cierta resistencia al flujo normal de aire hacia el interior y el exterior de los pulmones. Cuando los pulmones se expanden durante la inspiración, los bronquiolos se agrandan, ya que sus paredes son traccionadas hacia afuera en todas direcciones. Las vías aéreas de mayor diámetro ejercen menos resistencia. La resistencia de las vías aéreas aumenta durante la espiración, a medida que disminuye el diámetro de los bronquiolos. El diámetro de las vías aéreas también depende del grado de contracción o relajación del músculo liso de sus paredes.³¹

Una vez se haya conocido la estructura y el funcionamiento del sistema respiratorio, resulta fundamental entender cómo todas estas estructuras y mecanismos, funcionan para mantener el organismo en general, funcionando de la forma correcta; así mismo, este conocimiento hace posible entender de mejor manera como ciertas enfermedades pueden ser capaces de alterar sus mecanismos normales, como por ejemplo, la enfermedad en cuestión, la bronquiolitis aguda, la cual interfiere directamente en las zonas de los bronquiolos, como la misma palabra lo dice; viéndose una afectación en mayor frecuencia en pediátricos.

3. Bronquiolitis Aguda

La bronquiolitis aguda (BA), es una enfermedad viral del tracto respiratorio inferior, la cual es más comúnmente vista en lactantes y niños pequeños, menores de 2 años. Dicha infección, usualmente es causada, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) por el virus respiratorio sincitial (VSR). Según la Asociación Española de Pediatría (AEP), la bronquiolitis se define como el primer episodio de dificultad respiratoria bronquial distal en lactantes, niños menores de 2 años y pacientes inmunodeprimidos.³²

La bronquiolitis aguda, comienza con síntomas de vía aérea superior, como, por ejemplo, rinorrea, fiebre, tos, dificultad respiratoria y malestar general; aproximadamente 1 semana después, es seguida por su principal característica, la obstrucción en las vías respiratorias inferiores, debido a inflamación de los bronquiolos, lo que da como resultado los signos clínicos de sibilancias o crepitantes, desaturación, cianosis, retracciones, taquipnea y taquicardia.³³

La bronquiolitis sucede cuando el virus ingresa al tracto respiratorio superior, a través de gotitas respiratorias de gran tamaño. El virus infecta a las células ciliadas del epitelio respiratorio, por lo que, se propaga rápidamente, debido a la formación de sincitios celulares (fusión de múltiples células en una sola célula multinucleada), provocando también necrosis epitelial.

En respuesta a la infección, suelen liberarse diferentes citocinas y mediadores de inmunidad celular, encargados de regular la respuesta local. Se valoró que la interacción de todos los factores es compleja, debido a que actúan de forma coordinada, reclutando y coordinando diferentes tipos de células en la vía aérea. Aunque, algunos estudios han propuesto diferentes receptores de células huésped para el virus respiratorio sincitial, como, por ejemplo, se dice que, es la glucoproteína de unión (G), la responsable de la unión del virus, y será la proteína F la encargada de la fusión celular, ambos trabajos, resultan en la entrada viral y la infección.³⁴

Habrà un periodo de incubación de 4 a 6 días, en este punto, habrá una replicación viral en el epitelio nasal, donde posteriormente pasará al tracto respiratorio inferior, a las células epiteliales de los bronquios y pequeños bronquiolos, causando la muerte de dichas células, como consecuencia, daño directo e inflamación. Dicha inflamación, predispuesta por el edema, el aumento de secreciones mucosas y el daño celular a nivel de los bronquiolos, genera diferentes grados de obstrucción intraluminal, y como consecuencia, obstrucción del flujo aéreo, áreas de hiperinsuflación y pequeñas atelectasias. Además de los factores

previamente mencionados, la respuesta inmunitaria del pediátrico, en especial los neutrófilos y macrófagos, pueden liberar citoquinas como IL-8, IL9 Y MIP1a, cuyos mediadores, también influyen y agravan la inflamación y producción de moco, contribuyendo a la inflamación. Aun así, hay perfusión de unidades alveolares mal ventiladas, con aumento del cortocircuito pulmonar con presencia de hipoxemia seguida de desaturación. Según los autores Bourke y Shields, 2011; Piedemonte y Pérez, 2014; Meissner, 2016, en el mejor de los casos, la regeneración del epitelio bronquiolar, se puede observar dentro de los 3 a 4 días después de la resolución de los síntomas, llevándose a cabo una regeneración general del epitelio respiratorio, produciéndose la resolución del cuadro, proceso que puede demorar hasta las 24 semanas.³⁵

3.1 Factores de Riesgo

Entre los factores de riesgo que frecuentemente se encuentran en los pacientes con bronquiolitis, es la edad menor de 6 meses, la no lactancia materna, factor ambiental de tabaquismo, hacinamiento, prematuridad, enfermedades crónicas sobreañadidas, bajo peso al nacer e inmunodeficiencias. Algunos estudios han llegado a la conclusión de que no todos los pacientes expuestos a estas circunstancias son propensos a adquirir bronquiolitis aguda, así mismo, pacientes sanos no están exentos de padecerla. Diferentes artículos recopilan que la bronquiolitis aguda, es la principal causa de hospitalización en los niños menores de 1 año, y los factores de riesgo como la prematuridad, enfermedad cardiovascular y la inmunodeficiencia, están asociados a estados más graves de la BA, así mismo, la mayoría de los niños hospitalizados afectados por el virus sincitial, se muestra en niños previamente sanos.³⁶

Entre los factores de riesgo, asociados a formas más graves de bronquiolitis, se encuentran casos relacionados con la edad, como la prematuridad menos de 35 semanas o edad menos de 6 semanas, la displasia broncopulmonar, fibrosis quística

de páncreas, cardiopatía congénita que lleva consigo una repercusión hemodinámica e inmunodeficiencia.³⁷

4. Diagnóstico

El diagnóstico de la BA, se adquiere a través de una historia clínica adecuada, basados en la sintomatología que presente el paciente, lo que, a su vez, determina el manejo terapéutico. Es fundamental un diagnóstico temprano, para disminuir la incidencia de complicaciones graves y realizar un manejo adecuado, debiéndose cumplir algunos requisitos, como la edad menor de 2 años, en especial, la edad menor de 6 meses y que sean los primeros episodios de disnea con crepitantes y sibilancias respiratorias que el pediátrico presente.

Una de las formas más eficaces de clasificar la severidad de la bronquiolitis, es a través de una escala, llamada "escala de Wood Downes modificada por Ferrés", donde se denomina bronquiolitis aguda leve a un puntaje de 1 - 3; bronquiolitis aguda moderada, a un puntaje de 4 - 7 puntos y finalmente, bronquiolitis aguda severa a un puntaje de 8 - 14 puntos. Dicha tabla, usa como parámetros las sibilancias, las retracciones costales, la frecuencia cardíaca y respiratoria, la presencia o ausencia de cianosis y ventilación. También existe una tabla denominada "Score de Tal modificado", es similar a la de Wood, con la diferencia de que, la frecuencia respiratoria es valorada en 2 edades: menor de 6 meses y mayor de 6 meses.^{38,39}

Los diferentes artículos recopilados relacionados con el diagnóstico destacan que este, se basa principalmente en la evaluación clínica y física, resaltando los síntomas y factores de riesgo anteriormente mencionados. Ha habido controversia acerca de los exámenes complementarios, ya que, en algunas bibliografías se menciona que no son necesarios. Sin embargo, desde otro punto de vista se valora que son de

importancia las pruebas de oximetría de pulso, es necesario que la saturación de oxígeno sea monitorizada en general de forma intermitente, junto con la frecuencia respiratoria. Una saturación por debajo de 92% pueden indicar hipoxemia y la necesidad de oxigenoterapia; se recomienda la monitorización continua en pediátricos que estén recibiendo oxígeno suplementario. Los gases arteriales, que permiten una evaluación de la función pulmonar y la oxigenación sanguínea, revelando la presencia de hipoxemia, hipercapnia y acidosis respiratoria, indicando la necesidad de oxigenoterapia suplementaria, ventilación mecánica u otros procedimientos relacionados; ya que es un procedimiento muy invasivo para la edad del pediátrico, es recomendable reservarlo en casos donde el paciente presenta dificultad respiratoria significativa. Los exámenes de laboratorio completo solamente son de utilidad para adquirir información adicional sobre el estado general del paciente, ya que no es una herramienta diagnóstica primaria para la bronquiolitis, pero sí puede detectar infecciones bacterianas secundarias, en caso de fiebre alta persistente.⁴⁰

No se recomienda el uso rutinario de las radiografías de tórax, por lo que, se reservan exclusivamente para casos específicos, como la sospecha de complicaciones, o necesidad de descartar otros problemas respiratorios, como la presencia de atelectasia, hiperinsuflación pulmonar, entre otros hallazgos. Su uso debe ser justificado debido a la exposición del pediátrico a la radiación.

La bronquiolitis muchas veces puede ser confundida con varias entidades que afectan al tracto respiratorio, como sibilancias recurrentes o asma, neumonía, infección pulmonar crónica, o aspiración de algún cuerpo extraño. Algunos diagnósticos diferenciales que permitirían descartar la presencia de bronquiolitis aguda serían los episodios recurrentes de sibilancias, las cuales pueden cesar o solucionarse mediante el uso de broncodilatadores, en este caso el diagnóstico sería un cuadro de asma. En el diagnóstico de neumonía bacteriana, habrá presencia de fiebre alta, leucocitosis significativa y consolidación pulmonar visible en radiografía (tener en cuenta su uso justificado). Puede haber presencia de cuerpo extraño, si hay

un inicio súbito de los síntomas respiratorios y signos de obstrucción de la vía aérea. De este modo, dependiendo de la gravedad de la bronquiolitis, se tomará como base para el tratamiento consecuente.⁴¹

Según la revista de la Sociedad Española De Urgencias De Pediatría, el autor Javier Benito Fernández y cols, resumen que, en el momento en que el paciente llega a urgencias, el personal de salud debe proceder con la evaluación y estabilización inicial en el pediátrico, haciendo uso del triángulo de evaluación pediátrico, donde se valora la apariencia del pediátrico, su tono, reactividad; se valora su respiración y circulación, en base al color de la piel, descartando cianosis; así mismo se realiza la secuencia ABCDE: A, revisión de vía aérea, descartando obstrucción; B ventilación, corroborando si el paciente está respirando; C circulación, corroborando la presencia de pulso y latidos cardiacos; D discapacidad, evaluando el estado de consciencia del pediátrico; E exposición, examinación completa del paciente y protegerlo de factores externos.⁴²

En el caso de que se esté en presencia de un fallo o dificultad respiratoria grave, pueden ser necesarias maniobras de apertura de la vía aérea, así como aspiración de secreciones y administración de oxígeno, previo a realizar la historia clínica detallada. En los casos graves, o cuando hay factores de riesgo presentes, es primordial tomar en cuenta otras ayudas diagnósticas y evaluar criterios para ingreso hospitalario.

En base a la recopilación de estudios ya citados, se recomienda que se ingrese a todos los pacientes que han sido clasificados con bronquiolitis leve, que presenten factores de riesgo; caso contrario, cuando se presente un caso leve de bronquiolitis aguda, el manejo suele ser ambulatorio, con una observación estrecha de la progresión de la enfermedad. En el caso de los pacientes con bronquiolitis moderada o severa, estos serán ingresados en UCIP. La recomendación de ingresar a estos pacientes UCIP, no es solamente por el hecho de presentar un criterio de gravedad, sino también, se tiene como objetivo el prevenir complicaciones, brindando el

tratamiento de soporte, con adecuada hidratación y apoyo ventilatorio, intentando disminuir el alto riesgo de una evolución desfavorable, además de la necesidad de una buena monitorización y un mejor control del tratamiento de soporte.

5. Tratamiento

El abordaje terapéutico de la bronquiolitis aguda se basa más que nada, en el alivio de los síntomas, además del soporte, debido a que, no existe un tratamiento específico antiviral para el VRS. Se valora como fundamental, el uso de oxígeno en caso de hipoxemia, y se recomienda una monitorización continua, tanto de la frecuencia respiratoria, como de la frecuencia cardiaca y músculos respiratorios.⁴³

Los estudios de Juan Carlos Janes y col, en su artículo “Atención al niño con bronquiolitis: consideraciones clínico-terapéuticas generales” recopilaron que, en el hospital Pediátrico de Cienfuegos, se practica la hidratación correcta por vía oral, así como el uso de oxigenoterapia y una adecuada nutrición. En bronquiolitis leve, recomiendan la alimentación fraccionada, hidratación ya sea oral o parenteral y la fisioterapia respiratoria. En caso de bronquiolitis moderada y severa, recomiendan oxigenoterapia 1-4 L/min, B2 agonistas inhalados, monitorización cardiorrespiratoria, ventilación mecánica si presenta insuficiencia respiratoria y tratamiento de las complicaciones adyacentes. En caso de que el pediátrico no muestre mayor complicación, como por ejemplo que el paciente con bronquiolitis sea mayor de tres meses y no presente riesgos; o posterior al alta hospitalaria, se valora que su tratamiento pueda seguirse de manera domiciliar, junto con un seguimiento médico, bajo las siguientes condiciones:⁴⁴

- Que el paciente pueda alimentarse sin dificultad
- Que mantenga una saturación estable de 92% o más, posterior al retiro de oxigenoterapia durante 12 o 24 horas.

- Aspiración de secreciones nasales
- Que mantenga una frecuencia respiratoria de 60 o menos.
- Frecuencia cardíaca que no aumente más del 30% luego del retiro de la oxigenoterapia

Se deben tomar en cuenta las medidas generales relacionadas con la alimentación e hidratación adecuadas, además, se aconseja una posición semisentada, una habitación limpia y ventilada, con recomendaciones de vigilar signos de empeoramiento, como aumento de la frecuencia respiratoria que supere las 60 respiraciones por minuto.

6. Manejo Farmacológico

El uso de fármacos en dicha patología, suele ser limitado, así mismo, se prefiere reservarse para casos específicos, debido a que, la evidencia científica ha logrado demostrar que muchos medicamentos no aportan un beneficio significativo en la evolución clínica de los pacientes con bronquiolitis aguda.

6.1 Broncodilatadores

Algunas revisiones sistemáticas recientes, manifiestan que los broncodilatadores inhalados pueden producir una mejoría clínica leve a corto plazo, pero, aun así, no afectan el resultado final. Algunos autores manifestaban que el efecto producido por los beta 2 agonistas podían llegar a ser beneficioso en el tratamiento de la bronquiolitis aguda, más, sin embargo, referencias actuales revelan que la administración de estos beta 2 agonistas como el salbutamol, al final, no mostraron ningún efecto beneficioso en pediátricos hospitalizados por bronquiolitis. Finalmente se concluye que, los broncodilatadores no reducen la necesidad de hospitalización,

como tampoco acortan la estancia hospitalaria, ni acortan la duración de la enfermedad. Es más, debido a los efectos secundarios producidos por los broncodilatadores, los cuales incluyen taquicardia, descenso de la SaO₂ y temblores, junto con la poca evidencia de su eficacia, más los gastos que conlleva, los broncodilatadores de uso rutinario no son útiles en el tratamiento de la bronquiolitis.^{45,46}

6.2 Adrenalina Nebulizada

Debido a los efectos alfa y betaadrenérgicos producidos por la adrenalina nebulizada, ha llegado ser señalada como beneficiosa, por producir vasoconstricción pulmonar y disminuir el edema. Algunos estudios, como los de Benito Fernández, anteriormente citado, resaltan la revisión de Cochrane de 2011, en donde se mostró una reducción significativa en la tasa de ingresos en pacientes que recibieron adrenalina nebulizada. Pero dicha reducción, sólo pudo encontrarse nada más el día inicial de la presentación, y no se observó una reducción estadísticamente significativa en la tasa de ingresos, posiblemente se deba a que los efectos de la adrenalina son relativamente cortos. En otras bibliografías tampoco se demostró beneficios en su uso en los pacientes ingresados, por lo que, no debería usarse en los pacientes hospitalizados por bronquiolitis. Aun así, existe la excepción en su uso, como agente de rescate en cuadros severos.⁴⁷

No hay evidencia de que fármacos u otras medidas terapéuticas, lleguen a modificar la evolución de la enfermedad, es más, todas las guías nacionales e internacionales, así como las revisiones existentes sobre el tratamiento de la bronquiolitis, indican que debe evitarse el uso rutinario de broncodilatadores. Sin embargo, la adrenalina nebulizada es utilizada como una medicación de rescate, pero presenta un efecto muy transitorio en pacientes hospitalizados con BA moderada-grave.⁴⁸

6.3 Corticoides

No se recomienda la administración de corticoides sistémicos en pacientes pediátricos con su primer episodio de bronquiolitis. A pesar de que teóricamente, tienen efectos antiinflamatorios, los cuales reducirían la inflamación de la vía aérea, la mayoría de los estudios no demuestran un efecto significativo en la bronquiolitis aguda. No ha sido capaz de demostrar una disminución en la tasa de ingresos, tampoco acortar la estancia hospitalaria. Aún no se ha esclarecido si puede llegar a ser beneficioso en determinados subgrupos; algunos pacientes con bronquiolitis podrían presentar su primer episodio de asma, para lo cual los corticoides inhalados pueden llegar a ser beneficiosos, aun así, los estudios no han podido demostrar beneficio. Los corticoides inhalados tampoco han demostrado reducción en la duración en los síntomas de la bronquiolitis aguda.^{49, 50}

6.4 Suero Salino Hipertónico

Se ha utilizado exhaustivamente el suero salino hipertónico al 3% en el tratamiento de la bronquiolitis aguda, sin embargo, la base de evidencia de su uso continúa arrojando resultados inconsistentes, especialmente para uso en los pacientes hospitalizados. El mecanismo de acción de dicha solución promueve mejorar las propiedades del moco, es decir, reduce su elasticidad y viscosidad, además de acelerar su transporte y eliminación. En un ensayo realizado a lactantes con bronquiolitis moderada a grave, atendidos en un Servicio de Urgencias, la nebulización con suero salino hipertónico no redujo significativamente la tasa de ingresos hospitalarios. Algunos autores recopilan estudios de otros autores, donde realizan una comparativa de estudios realizados en 2021, donde Heikkila y Korppi no demuestran utilidad en el uso del SSH, por otra parte, Elliot y cols, concluyen que el suero salino hipertónico, puede reducir la tasa de hospitalización en las primeras 24

horas, cuya evidencia es débil, por lo que se requieren más ensayos rigurosos; así que, en conclusión, no se recomienda el SSH en la bronquiolitis aguda.^{51,52}

6.5 Antibióticos

El uso rutinario de antibióticos tampoco posee efectos beneficiosos en la bronquiolitis. La indicación para utilizar estos fármacos podría estar justificada en caso de que haya sospecha o presencia de coinfección bacteriana. Un artículo recopiló un estudio de McCallum, quien valoró el uso de antibioticoterapia a base de macrólidos, más que nada con el fin de disminuir los síntomas respiratorios por tres semanas, sin embargo, no pudo evidenciar diferencias significativas. En bronquiolitis debería evitarse el uso habitual de antibióticos, debido al riesgo de efectos secundarios, tanto costos significativos, como posible desarrollo de resistencia a antibióticos, cuyos casos han sido muy frecuentes últimamente.⁵³

Otros artículos reunidos concuerdan en que, otros tratamientos farmacológicos como lo son los mucolíticos, expectorantes, antitusivos, antibióticos, broncodilatadores orales, teofilina y bromuro de ipratropio los cuales se consideran actualmente inapropiados, y no se recomiendan para pacientes con bronquiolitis aguda.⁵⁴

6.6 Fisioterapia Respiratoria

Como se ha mencionado anteriormente, la acumulación de secreciones espesas en las vías aéreas pertenece a la fisiopatología de la bronquiolitis aguda. Dichas secreciones resultan difíciles de eliminar por sí mismas, lo que también resulta inconveniente en el sentido de agravar la obstrucción o el paso de aire, tanto hacia los pulmones, como hacia fuera de ellos; por lo que, en base a la experiencia del

personal de salud, se han llegado a implementar diferentes métodos para lograr su movilización y eliminación durante el tratamiento. Como se acaba de mencionar, sin llegar a ser redundante, la terapia consiste en ayudar a movilizar las secreciones o tapones mucosos espesos, para su posterior eliminación y despejar de este modo la vía aérea. Usualmente en los adultos, se hace uso de dispositivos que generan vibración, percusiones motorizadas, entre otros instrumentos, pero se recomienda que, en el paciente pediátrico se utilicen técnicas manuales, percusiones torácicas suaves, drenajes posturales y que las vibraciones, de llegarse a tomar en cuenta, se realicen manuales. La fisioterapia respiratoria no modifica la duración de la enfermedad, ni mucho menos reduce la estancia hospitalaria, aunque, puede colaborar en la mejoría de los síntomas.^{55,56}

Muchos han utilizado otras diferentes terapias para la bronquiolitis aguda, pero ninguna de ellas ha podido demostrar un resultado satisfactorio que realmente tenga un impacto significativo en la mejoría de la enfermedad, por lo que su uso sigue siendo controversial; como, por ejemplo, un estudio comenta el uso de surfactante exógeno, el problema consiste en que, no hay suficientes estudios para dar el visto bueno al tratamiento, a pesar de tener resultados favorables, ya que concluyeron que, podía reducir la estancia en UCI y mejorar temporalmente algunos parámetros respiratorios. Así mismo, en la diferente compilación de referencias, se pudo notar como algunos estudios comentaban el uso de helio con oxígeno mezclados, de forma continua y a través de una mascarilla con reservorio. Esta medida se implementó con el objetivo de disminuir la resistencia al flujo aéreo, reduciendo así el trabajo respiratorio.^{57,58}

6.7 Oxigenoterapia

La insuficiencia respiratoria, sería el factor primordial a resolver en el pediátrico con bronquiolitis aguda, ya que la gran mayoría presentan saturación de oxígeno menor a 94%, por lo que el apoyo inicial, es la oxigenoterapia. Ésta puede ser

administrada a través de gafas nasales, mascarilla simple, o con reservorio. El dispositivo a utilizar dependerá de la necesidad de flujo de oxígeno que el paciente necesite, para poder alcanzar una mejoría clínica, la cual estaría basada en la disminución de la dificultad respiratoria, la normalización de la frecuencia respiratoria, cardíaca y una mejoría en la saturación de oxígeno. Se recomienda considerar la administración de O₂ humidificado y caliente.

Un estudio menciona que, según la Guía del Ministerio de Salud del Perú, los criterios para brindar oxigenoterapia a los niños con bronquiolitis aguda, son una saturación de oxígeno, estando a una altura de 0 a 2500 metros sobre el nivel del mar (msnm), menos de 92%, y de 85% estando a una altura a más de 2500 msnm; dificultad respiratoria, cianosis, quejido.⁵⁹

6.8 Oxigenoterapia de Alto Flujo

Hoy en día, existen otras modalidades de soporte ventilatorio para el paciente con bronquiolitis, además de la oxigenoterapia estándar. Se ha popularizado la oxigenoterapia de alto flujo, a través de cánula nasal, como medida para evitar la necesidad de intubación endotraqueal. Es un método de soporte ventilatorio no invasivo que, usualmente, se tolera bien, además de que permite inspirar flujos de gas, con o sin concentración de oxígeno aumentada. Estos flujos altos suelen ser bien tolerados debido a que el aire está humidificado mediante un circuito especial. Flujos mayores de 6 L/min, tienen la capacidad de generar presiones respiratorias positivas de entre 2 y 5 cmH₂O. En los menores de 2 años, 8 L/min se considera como flujo máximo, sin embargo, en determinados casos, puede considerarse utilizar flujos superiores, eso sí el tamaño de la cánula lo permite.⁶⁰

En un estudio, se observó que la ausencia de respuesta a la oxigenoterapia de alto flujo estaba asociada a un pH bajo y pCO₂ elevada antes de comenzar el tratamiento, lo cual destaca la importancia de un inicio precoz. Así mismo, este

sistema de oxigenoterapia no está exento de complicaciones, entre las cuales podemos encontrar: distensión abdominal, aspiración, barotrauma y en casos muy raros y con menos probabilidades de que ocurra, neumotórax. Los pediátricos con oxigenoterapia de alto flujo, que presenten un deterioro clínico significativo, pueden presentar acidosis respiratoria, a pesar de tener saturaciones altas de O₂, en caso de que estén recibiendo O₂ suplementario; es por ello que, debe darse más importancia a la exploración física, y estar alerta ante el tiraje, la auscultación y respuesta a estímulos.

Se manifiesta que Lin y cols. publican un metaanálisis el cual concluyen que la oxigenoterapia a alto flujo no beneficiaba de manera significativa a los niños con bronquiolitis, comparándolo con la oxigenoterapia estándar, así mismo, resaltan la necesidad de más estudios para evaluar cuándo y cómo se debe usar la oxigenoterapia de alto flujo, para mejorar la insuficiencia respiratoria. Sin embargo, el metaanálisis de Dafydd y cols. concluyen que la oxigenoterapia de alto flujo fue superior a la oxigenoterapia convencional, en caso de fracaso en el tratamiento, duración de la estancia y duración de la oxigenoterapia, pero que, aun así, no pudo demostrarse diferencias para los ingresos a la unidad de cuidados intensivos pediátricos, ni tasas de intubación. El uso de la oxigenoterapia de alto flujo ha marcado un aumento en los servicios de urgencias, aunque sus beneficios clínicamente significativos, no parecen ser claramente demostrados.⁶¹

Personal de terapia respiratoria, sugiere iniciar la terapia con 6l/min o 1 L/ kg, y se aumenta hasta el flujo objetivo en unos pocos minutos, lo que se hace, con el objetivo de permitir una mejor adaptación del paciente, al sistema. Iniciar con FiO₂ (fracción inspirada de oxígeno) del 50 a 60%. La FiO₂ se puede modificar desde los primeros minutos para mantener una saturación mayor de 93%.

En caso de que el oxígeno a alto flujo no sea suficiente para normalizar la saturación en el pediátrico, y que la insuficiencia respiratoria permanezca, se debe considerar el uso de la ventilación mecánica no invasiva, antes de valorar el uso de

la VMI. Los beneficios del uso de la ventilación no invasiva, similar a la oxigenoterapia u oxígeno a alto flujo, también están relacionados con mejorar la oxigenación del paciente, en este caso, la VNI, cumplirá esta función mediante una mejora en la ventilación alveolar y el intercambio gaseoso.

Debido a la estrechez anatómica normal de las vías aéreas del paciente pediátrico, estos resultan ser más delicados durante las enfermedades respiratorias, ya que dicha estrechez facilita la inflamación de estas. Debido a que, en la bronquiolitis aguda, existe inflamación de vías respiratorias inferiores, cuando el bebé inhala, el aire naturalmente logra pasar hacia los pulmones, a pesar de la obstrucción. El problema consiguiente, se puede encontrar, en la espiración. Durante la espiración, se genera una presión positiva, la cual se magnifica por el esfuerzo respiratorio, y como consecuencia habrá aún más estrechamiento de los bronquiolos, aumentando su obstrucción, con su posible colapso parcial; esto da como resultado una desconexión entre el alveolo y el bronquiolo, provocando hiperinsuflación dinámica o presión positiva al final de la espiración intrínseca (PEEPi).⁶²

Cuando se habla de hiperinsuflación dinámica, se refiere al aire que queda atrapado dentro de los pulmones, debido a que no puede ser expulsado del todo, es por ese atrapamiento aéreo que se genera una presión anormal al final de la espiración, es decir la PEEPi, que también es denominado “auto-PEEP”. La presencia de PEEPi, dificulta que el bebé pueda realizar una inspiración normal, ya que, en esta situación, los músculos respiratorios necesitan generar una presión negativa suficiente, para poder superar la PEEPi, por lo que los músculos respiratorios del pediátrico tendrían que trabajar más para lograrlo, lo que resulta en aumento del trabajo respiratorio. Asimismo, con el tiempo, el pediátrico se encuentra en una situación en donde sus pulmones quedan tan llenos de aire atrapado, que los músculos del tórax pueden llegar a no ser capaces de realizar su trabajo normal, por lo que, se observaría un aumento en la frecuencia respiratoria, pero con tiempos de exhalación cortos, atrapando aún más aire, donde cuyo proceso puede resultar en un ciclo. Hay que tener en cuenta que un paciente pediátrico tiene menos fibras

musculares, además de ser menos resistentes, en especial si nos referimos a bebés, por lo que, éstos se fatigan muy fácilmente. Posteriormente, aparecería la insuficiencia respiratoria, ya que el esfuerzo respiratorio es mayor de lo que el cuerpo puede manejar.

El uso de la ventilación no invasiva con los modos ventilatorios a describir a continuación, resulta ser una opción acertada para el manejo de la bronquiolitis aguda en el pediátrico, tomando en cuenta todas las manifestaciones que se desencadenan a nivel de la vía aérea.

7. Ventilación Mecánica No Invasiva

La ventilación mecánica no invasiva (VNI), es una modalidad de ventilación mecánica que consiste en la aplicación terapéutica ventilatoria de soporte que permite la conducción de flujos proporcionando una presión positiva continua en la vía aérea mediante dispositivos nasal o nasobucal, teniendo como principal objetivo evitar la inserción de dispositivos invasivos evitando así sus complicaciones, preservando a la vez mecanismos fisiológicos por parte del paciente pediátrico con bronquiolitis. No hay un tratamiento específico para la bronquiolitis, pero si hay medidas que ayudan a mantener una adecuada oxigenación en el paciente, uno de estos modos de ventilación se encuentra, la presión continua de la vía aérea (CPAP) y presión positiva de dos niveles (BiPAP), ambos son una buena medida para evitar el requerimiento de intubación endotraqueal, la elección del soporte ventilatorio dependerá del patrón respiratorio.

En los últimos años múltiples estudios se han demostrado que la aplicación de la VNI adquiere un papel importante en el tratamiento de la población pediátrica con bronquiolitis, debido a que reduce la necesidad de intubación endotraqueal, lo cual, resulta beneficioso, tanto para el personal de salud, como para el paciente, teniendo

en cuenta que mediante la VNI quedan intactos los reflejos de deglución, la eliminación espontánea de secreciones. El tratamiento de la bronquiolitis está basado en medidas de soportes ventilatorios, con el objetivo de corregir la hipoxia, apnea, mediante la administración de oxígeno a presión positiva. Según lo analizado, la utilización de la VNI genera una menor duración de ingreso en la UCIP, ya que disminuye la morbilidad de los pacientes pediátricos con bronquiolitis, de igual forma contribuye a la disminución del costo económico.

Mediante el uso de la VNI, utilizando los modos ya mencionados, es una medida de soporte eficaz para este tipo de pacientes. Al aplicar presión positiva externa, ya sea mediante el modo CPAP, o mediante el modo BiPAP, ayudaría a contrarrestar esa presión atrapada, facilitando de este modo, que el bebe pueda iniciar una inspiración con menos esfuerzo.

Se valoró que el uso de PEEP extrínseca, es decir, presión positiva que es aplicada desde afuera al final de la exhalación, permite disminuir el esfuerzo respiratorio, debido a que se logra igualar o contrarrestar la PEEPi. Al igualar la PEEPi, los músculos respiratorios del paciente no tendrían que gastar tanta energía por sí solos, es decir que, necesitan menos esfuerzo para lograr inhalar, por lo que, el aire puede entrar más fácilmente. Una vez haya disminuido el esfuerzo inspiratorio, el paciente puede lograr obtener un aumento en el volumen corriente, el cual es conseguido con menos esfuerzo, por lo que, el pediátrico no tiene la necesidad de respirar tan rápido, teniendo como resultado, una disminución en la frecuencia respiratoria. Por consiguiente, al reducir el patrón respiratorio, podría haber más tiempo disponible para la exhalación, aumentando así, el tiempo de espiratorio; al haber más tiempo para la espiración, el aire atrapado tiene más oportunidad de salir, lo que al final, reduce el atrapamiento aéreo la hiperinsuflación dinámica. Entonces, al permitir que los pulmones puedan vaciarse de mejor manera, y que las zonas colapsadas se abran de nuevo, habrá una mejora en la relación ventilación - perfusión, por lo que el oxígeno llega más fácilmente a la sangre, resultando en la mejora de la oxigenación.⁶³

7.1 Ventilación con Presión Positiva Continua en la Vía Aérea (CPAP)

Cuando se habla de CPAP, se refiere más que nada, a un tipo de ventilación no asistida, en donde un ventilador mecánico tendrá la función de proveer al paciente, un flujo de gas, en base a la propia demanda que el paciente requiera. Esta modalidad, por su mismo nombre “presión positiva continua”, tiene la capacidad de mantener un nivel estable o continuo de presión positiva en la vía aérea, durante todo el ciclo respiratorio del paciente, y no se considera de forma rigurosa un modo ventilatorio.

Al utilizar CPAP, hay que tener en cuenta que, la ventilación es completamente espontánea, por lo que ésta, no recibe ningún tipo de apoyo, así que, se requiere que el paciente esté en constante vigilancia. A pesar de que, se está hablando en un contexto no invasivo en todo este escrito, se considera que es beneficioso mencionar el hecho de que, CPAP, también puede utilizarse en pacientes intubados.⁶⁴

Algunos de los beneficios de CPAP están relacionados con el aumento en la capacidad residual funcional (CRF), la prevención del colapso alveolar, disminución del cortocircuito o shunt intrapulmonar, aumento en la distensibilidad pulmonar, mejoría en el intercambio gaseoso y, en pacientes con hiperinsuflación dinámica, como estos pacientes con bronquiolitis aguda, un nivel de CPAP utilizado, permite la disminución del trabajo respiratorio, como será explicado más adelante. Así mismo, en los pacientes con falla ventricular izquierda, puede disminuir la poscarga del ventrículo izquierdo.

7.2 Ventilación con Presión Positiva de Dos Niveles en la Vía Aérea (BIPAP)

La ventilación BIPAP/BiLevel (Biphasic Positive Airway Pressure, presión positiva bifásica de las vías respiratorias), puede definirse como una combinación entre la respiración espontánea con la ventilación mecánica artificial. BIPAP, es conocida como una herramienta capaz de utilizar dos niveles diferentes de presión positiva, en contraste con CPAP, en el cual, la presión utilizada, es en un solo nivel, pero, aun así, ambas poseen el beneficio de brindar presión positiva en la vía aérea. El objetivo de la BiPAP es relajar y descansar el músculo respiratorio y aumentar el volumen minuto. El biLevel o los dos niveles de presión que BIPAP concede son: la presión positiva inspiratoria en la vía aérea (IPAP), y presión positiva espiratoria en la vía aérea (EPAP), que suele ser más baja, y también es conocida como PEEP. Esto permite administrar una mayor presión, brindando apoyo durante la inspiración, para la disminución del trabajo al momento de inhalar, mientras que, una menor presión durante la espiración permite la reducción del esfuerzo al exhalar. La diferencia entre las presiones se ha denominado presión de soporte (PS) o Delta P, la cual está directamente relacionada con el volumen corriente.⁶⁵

El BIPAP, tiene la ventaja de utilizarse en diferentes modos, como los que son: el modo S, o asistido, en dicho modo la EPAP se mantiene, pero la IPAP es controlada por el paciente. Esto quiere decir que, el paciente respira por sí mismo, y al momento en que intenta inhalar, el ventilador lo detecta, y le ayuda aumentando la presión, que sería la IPAP. El paciente decide el momento de inspirar y la duración, por lo que el ventilador, solo asiste.

El segundo, es el modo S/T o espontáneo/ controlado, el cual es similar al anterior, ya que el ventilador también apoya las respiraciones del paciente, la diferencia es que, en casos en donde el paciente no alcanza a realizar una inspiración durante su ciclo normal, o el ventilador no llegue a detectar la inspiración, será la máquina quien tome el control parcialmente, generando la respiración de forma automática, genera IPAP y EPAP, en base a una frecuencia establecida, hasta que el paciente vuelva a tomar el control.

En el modo T o controlado, será el ventilador el encargado de proporcionar las respiraciones a un ritmo programado, sin tomar en cuenta si el paciente intenta respirar o no. Así que, en este modo es ideal para aquellos pacientes que no pueden generar una respiración, ya que el ventilador determina cuando genera IPAP y EPAP, además del tiempo de cada uno.

7.3 Parámetros Iniciales

Para CPAP, algunos estudios coinciden en que es favorable iniciar con una presión de 4 a 6 cm H₂O, utilizando así, una FiO₂ alrededor de 30 a 40% de modo que se permita obtener una saturación de entre 89 - 94%. Para BIPAP, se puede empezar con una IPAP de 8 cm H₂O, con EPAP de 4 cm H₂O, FiO₂ también de 30 a 40%, o la necesaria para lograr una saturación de 89 - 94%, o hasta notar la disminución de la dificultad respiratoria, frecuencia respiratoria y cardíaca.⁶⁶

Se ha recopilado que, ciertas guías clínicas recomiendan iniciar la terapia con flujo de 1 L/kg/min, el cual se considera debería aumentarse dentro de los primeros 15 minutos, dependiendo de la respuesta clínica inicial del pediátrico, siempre teniendo en cuenta de no exceder los 2 L/kg/min. Del mismo modo, recomiendan que luego de la programación inicial de EPAP, aumente 2 cm H₂O, hasta una presión de 6 - 15 cm H₂O, según la saturación, manteniendo una FiO₂ menor de 60%. Como se ha mencionado en párrafos anteriores, dependiendo de la respuesta y las necesidades del pediátrico, los parámetros programados, presiones y FiO₂, siempre podrán modificarse, disminuyendo o ya sea aumentando, siempre y cuando sea dentro de las guías clínicas establecidas en el centro de salud correspondiente, teniendo en cuenta los beneficios a largo plazo para el paciente.⁶⁷

En un análisis elaborado por Martínón Torres y cols, respecto a algunos protocolos, como los de la Sociedad Española de Neonatología (SEN), en los cuales se recomienda comenzar con CPAP a presiones de 4 a 5 cm H₂O; comentan que,

estas presiones resultan un poco injustificadas, además de poco eficaces, ya que resaltan la parte práctica, en donde se pueden encontrar aquellos factores como, pequeñas fugas o resistencias, dando como resultado, que las presiones enviadas al pulmón serán realmente menor a las esperadas. Mencionan que presiones menores de 5 cm H₂O, pueden llegar a ser contraproducente, y es que, al programar presiones menores, no se logra la mejoría de la oxigenación, además de que puede aumentar el esfuerzo respiratorio y permitir la inhalación de dióxido de carbono, lo que al final, empeora la situación clínica del paciente.⁶⁸

Muchos fracasos de la VNI son atribuidos a que la técnica en general no funciona, pero se cree que se debe a que, dicha técnica se utiliza de forma incorrecta, con parámetros mal optimizados, entre ellos, presiones demasiado bajas. Y ya que los objetivos de oxigenación y distensibilidad pulmonar se logran con presiones más altas, es de tomarlo en cuenta. Aun así, los parámetros deben programarse de forma independiente, adaptándose a la edad, peso y más que nada a la condición clínica del paciente.

7.4 Interfases de la Ventilación Mecánica No Invasiva

La elección de la interfase apropiada es fundamental para lograr una apropiada transferencia de presiones a la vía aérea. La correcta elección de la interfaz permitirá una ventilación apropiada, reduciendo de esta forma, la aparición de efectos colaterales indeseados, como, por ejemplo, las lesiones en los puntos de apoyo. Se recomienda que las interfaces sean, preferentemente de material blando, flexible, siliconado, transparentes, con la superficie de adaptación lisa y acolchada (inflable o material tipo gel), que le permita la comodidad al pediátrico.

A lo largo de los años, se han elaborado diferentes tipos de interfaces, entre ellas se tienen las puntas nasales largas/puntas nasofaríngeas, puntas binasales cortas, mascarillas y las cánulas nasales con tubo largo y estrecho. Hubo un tiempo en el que, la interfaz más utilizada, eran las cánulas binasales cortas, debido a que eran

bastante eficaces, así que estas sustituyeron las interfaces más antiguas, como las cánulas nasales y nasofaríngeas simples. Actualmente, por su modernidad en toda la evolución de las interfaces de CPAP, las mascarillas nasales han obtenido mucha fama, y es que estas poseen mucha ventaja en comparación con otras interfaces. Las mascarillas nasales, son más pequeñas que las mascarillas faciales, y se han relacionadas con un menor riesgo de traumatismo nasal, así mismo, han demostrado un sellado que permite evitar las fugas en el extremo nasal, lo cual resulta beneficioso para la aplicación de CPAP.⁶⁹

Una revisión de Cochrane el 2022, realizó una comparación entre el uso de las mascarillas y las cánulas nasales para la aplicación de CPAP. Los autores mencionaron que hubo una menor tasa de fracaso al tratamiento, así como la disminución de las lesiones nasales, tanto las moderadas como las graves, con el uso de las mascarillas nasales.⁷⁰

La mascarilla nasal es la mejor tolerada y suele ser la elección ideal en los pacientes con AVNI en domicilio. Se ha lanzado al mercado la famosa mascarilla nasal Wisp, logrando resultados favorables para el pediátrico y para la familia, en los casos en donde se ha permitido el seguimiento terapéutico en casa. La mascarilla nasobucal, usualmente se prefiere en aquellos pacientes que son respiradores bucales, y en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, con necesidad de parámetros ventilatorios altos. La mascarilla facial completa suele utilizarse con mucho menos frecuencia en pediatría, pero aún es considerada como una alternativa para niños mayores de 2 años, que presentan alteraciones en su morfología craneofacial o con lesiones en los puntos de apoyo. Se recomienda que las interfases existentes, sean fijadas a través de sistemas elásticos, de forma que puedan evitarse las fugas, pero a la vez, permitiendo que el paciente esté lo más confortable posible, sin producir una compresión exagerada.

Así como las interfases anteriormente mencionadas, existen otras interfaces que no son muy utilizadas, una de esos es el conocido casco o helmet, el cual consiste

en un casco transparente, el cual es flexible, permitiendo envolver toda la cabeza del paciente, sin necesidad de crear contacto alguno con la piel de la cara, por lo que, la forma anatómica del rostro es lo de menos al utilizar esta interface. Se coloca una almohadilla de espuma en el interior, la cual permite que el paciente pueda apoyar la cabeza en una posición neutral. Posee de una válvula de anti-asfixia, por la que puede introducirse una mano para poder acceder al paciente. Así mismo, tiene dos conexiones, en donde una de ellas es para la generación de PEEP externa, mientras que la otra permite la entrada de gas. A pesar de que, en los adultos se han encontrado registros de complicaciones como las que son, lesiones transitorias de la membrana timpánica, trombosis de vena axilar, por la fijación del arnés debajo de las axilas, y la aparición de edema en las extremidades superiores, debido al apoyo del helmet en la región cervical; en estudios realizados sobre lactantes y niños no se han descrito efectos secundarios, más que dolor en la región axilar en 2 pacientes inmunodeprimidos.⁷¹

Sin embargo, sí que tiene algunos inconvenientes, como la dificultad de mantenimiento de una vena central yugular, además de que no existe garantía de que el uso de las nebulizaciones resulte efectivo. Así mismo, se presentará la necesidad de vigilar que no se generen temperaturas excesivamente altas en el interior del casco, lo que, a su vez, podría originar sensación de claustrofobia. Además, no permite el libre acceso a la cara del pediatra sin perder la presurización. Se puede considerar como una alternativa razonable, si se coloca en un contexto muy controlado, o cuando las otras interfaces no resultan ser bien toleradas, aun así, no es una primera opción recomendable.⁷²

8. Indicaciones y Contraindicaciones de la Ventilación Mecánica No Invasiva.⁷³

8.1 Indicaciones

- Apneas.
- Saturación de oxígeno menor de 90% con oxigenoterapia con máscara de flujo libre.
- Insuficiencia cardíaca.
- Síndrome de distrés respiratorio (SDR) del recién nacido (RN) pretérmino o término.
- Exacerbaciones agudas de enfermedades respiratorias crónicas (fibrosis quística, broncodisplasia pulmonar, enfermedades neuromusculares).
- Retirada de ventilación invasiva o no invasiva.
- Exacerbación aguda de asma moderada y severa.
- Apneas obstructivas del sueño.
- Obstrucción de la vía aérea superior.
- Laringitis postextubación.
- Situaciones con necesidad de aporte elevado de oxígeno (por ejemplo, sepsis, shock, anafilaxia).
- Insuficiencia respiratoria aguda.
- Edema agudo de pulmón.
- Agudización grave de asma.

8.2 Contraindicaciones⁷⁴

- Necesidad de protección de la vía aérea, parálisis de las cuerdas vocales.
- Insuficiencia respiratoria grave.
- Grave retraso del desarrollo psicomotor.
- Obstrucción intestinal.
- Obstrucción aguda y completa de vía aérea.
- Necesidad de resucitación cardiopulmonar.

- Glasgow menor de 8.
- Inestabilidad hemodinámica grave.
- Pacientes con fallo simultáneo de dos o más órganos.
- Evidencia en el electrocardiograma de isquemia miocárdica.
- Pacientes como excesivas secreciones, incapacidad de toser y que necesitaban IOT para proteger vía aérea.
- Hemorragia digestiva aguda activa.
- Paciente con agitación importante y con nula colaboración.
- Postoperatorio de cirugía maxilofacial, cirugía de esófago, y abdominal.
- Disminución o alteración del nivel de conciencia.
- Estómago lleno.
- Traumatismo en la cara o incapacidad para crear un sello en la mascarilla.
- Aumento del impulso respiratorio.

A pesar de que las contraindicaciones no traen consigo un “¿por qué?” incluido, es importante conocer por qué razón no es conveniente utilizarlas en ciertas situaciones. En este sentido, se ha tomado en cuenta explicar, solo algunas de las razones por las cuales la VNI está contraindicada. Cuando se contraindica debido a secreciones excesivas, se utiliza como fundamento el hecho de que, en el caso de la interfaz buconasal, permite un acceso limitado a la vía aérea, dificultando la aspiración de secreciones, por lo que, la acumulación de estas en la vía aérea bloquear la vía aérea y dificultar la oxigenación.

En el caso de la necesidad de protección de vía aérea, usualmente se refiere a aquellas situaciones en donde el pediátrico, no tiene sus propios reflejos activos para proteger su vía aérea, por sí mismo, entonces, en ese tipo de pacientes, la indicación común es la protección de vía aérea, la cual se realiza mediante una interfaz invasiva, como lo es el tubo orotraqueal. Es importante estar consciente, que una mascarilla nasal o nasobucal, no tiene la capacidad para proteger la vía aérea de vómitos, por ejemplo, de la misma manera que una interfaz invasiva.

En los casos en donde se presenta traumatismo o malformaciones en el rostro, así como los posoperatorios maxilofaciales, se debe tener en cuenta que, la sola presencia de una lesión en el sitio de aplicación de la interfaz imposibilita su colocación y no se puede realizar un sello con la mascarilla.

La hemorragia digestiva, o cirugía gastrointestinal reciente, así como el estómago lleno y vómitos, se han contraindicado debido a que, la VNI tiene el pequeño defecto de permitir el paso de grandes cantidades de aire a la vía digestiva, provocando distensión, ya sea gástrica, o pudiendo ser también esofágica.

9. Monitorización

Es esencial la vigilancia de los signos vitales del pediátrico durante la VNI, para tener una mejor certeza de que el tratamiento está resultando y siendo efectivo. Para ello se valora importante la revisión constante de la frecuencia respiratoria, ya que una disminución progresiva, puede ser un signo, ya sea de mejoría, o de deterioro; pero en este caso, se busca la disminución de esta.

La frecuencia cardíaca, signo que debe estabilizarse, disminuyendo la taquicardia, que puede significar hipoxia, cansancio o incomodidad. Arraigado a ello, se debe vigilar el esfuerzo respiratorio, mediante la observación de las retracciones, aleteo nasal, quejidos o uso de los músculos accesorios.

Un factor fundamental es la vigilancia de la saturación de oxígeno, la cual debería de mantenerse de 92% en adelante, aun así, el objetivo de la saturación varía según la patología. Se debe observar el nivel de consciencia, ya que la somnolencia o la irritabilidad, pueden resultar ser signos de hipoxia o hipercapnia.

Sería ideal si se dispusiera de un capnógrafo, que permita vigilar la capnografía, para detectar hipoventilación e hiperventilación de una manera más rápida. Mientras se describió los métodos de diagnóstico de la bronquiolitis aguda, se mencionó que no era recomendable realizar prueba de gases arteriales, ya que es un procedimiento bastante invasivo, además de que, puede llegar a ser doloroso, así que, se recomienda proceder a dicha prueba, solo de ser necesario. En base a ello, según los resultados obtenidos, si la presión arterial de dióxido de carbono (PaCO_2) es elevado, indica que existe hipoventilación; en caso de que la presión arterial de oxígeno (PaO_2) sea baja, esta puede indicar la necesidad de ajustar parámetros, como por ejemplo la FiO_2 ; así mismo el pH, evalúa el nivel de compensación.

10. Consideraciones y Cuidados a Tener en Cuenta en Pacientes Bajo VNI

Del mismo modo que se debe de mantener informados a los padres o familiares del pediátrico, respecto al diagnóstico y al tratamiento. Es fundamental comentar con ellos el momento en el que se considera brindar soporte ventilatorio mediante VNI, y consigo los beneficios y complicaciones que se pueden presentar.

En el contexto hospitalario, es importante preparar todo el equipo necesario, y posterior, realizar su respectivo chequeo, comprobando que todo funcione correctamente. Una vez el equipo esté listo, se debe proceder a la inspección de las fosas nasales del pediátrico para verificar su permeabilidad y poder descartar posibles obstrucciones, aspirando secreciones, en caso de que se considere necesario.

La elección de la interfase suele depender de la experiencia del personal médico. Su correcta elección de la interfase es esencial para evitar lesiones, así que, es recomendable el tamaño adecuado, respecto al pediátrico. Es muy común la presencia de erosiones en el tabique nasal, pómulos y fosas nasales, a veces, debido

a un tamaño demasiado grande de la interfaz utilizada, también, puede ser debido al tiempo en que el paciente se mantiene conectado a la VNI, en base a ello, debería identificarse aquellas zonas del cuerpo que pueden estar expuestas a presiones o fricciones, para poder cambiar zonas de apoyo, o proteger dichas zonas con apósitos de hidrocoloide, para evitar la aparición de úlceras por presión.

Debido a que, la interfaz más utilizada, es la mascarilla nasal, no cubre la cavidad oral, por lo que es el lugar en donde ocurren las fugas de aire. Una de las estrategias utilizadas es la colocación de un chupete. Es fundamental valorar la tolerancia del pediátrico a la presión positiva, se debe prestar especial atención a la presencia de irritabilidad, vómitos, fatiga o distensión abdominal. En caso de que ocurra el último punto, algunas bibliografías recomiendan la colocación de una sonda orogástrica, con el objetivo de permitir la salida de aire del estómago, evitando así la distensión abdominal.⁷⁵

Del mismo modo, se debe valorar la posición del paciente, preferentemente en posición supina, semi - incorporado, de modo que permita facilitar el trabajo respiratorio, disminuyendo de esta manera, el riesgo de aspiración. Durante la VNI también puede haber acumulación de secreciones, así que también hay que seguir aspirando durante el transcurso del tratamiento, además, se debe mantener la vía aérea permeable y libre de obstrucciones, por lo que se debería de aportar una adecuada hidratación. El médico o el terapeuta respiratorio, debe ajustar la presión y la FiO₂ según las necesidades del paciente. Existen algunos signos que indican la presencia de secreciones, como lo son la saturación, aumento de PaCO₂, algunos sonidos respiratorios gorgoteantes, crepitantes a la auscultación, etc. La adaptación eficaz de paciente - ventilador en pediatría, puede ser difícil con los más pequeños, ya que puede requerir una comunicación verbal y no verbal con el paciente; por otro lado, se encuentra la opción de la medicación indicada, con el objetivo de disminuir la sensación de disnea y ansiedad.⁷⁶

Como se mencionó anteriormente, la monitorización es esencial para valorar que el soporte ventilatorio está cumpliendo con los objetivos de intercambio gaseoso y disminución del trabajo respiratorio. Se debe observar estrechamente la frecuencia respiratoria, su ritmo, profundidad, detectar cianosis, hipoxemia o hipercapnia, mantener el control de la presión de la vía aérea; la monitorización de la hemodinamia, mediante la presión arterial, frecuencia cardiaca, diuresis; así como la vigilancia de su estado neurológico, Glasgow en las primeras horas, cada 2 horas, observar somnolencia, nivel de ansiedad.⁷⁷

11. Humidificación

Se ha logrado reconocer a nivel mundial, la importancia de la adecuación de los gases administrados artificialmente a la vía aérea, ya que se han logrado observar los daños colaterales que se pueden presentar por la administración prolongada de aire frío, directamente a la mucosa bronquial.

Es importante conocer que, normalmente, el gas que es administrado por los ventiladores mecanismos, mantiene una temperatura fría, así que, si estos no son calentados o humidificados antes de ser administrados al paciente, puede conllevar consigo daños en la vía aérea, como los que son una alteración en el sistema mucociliar, disminuyendo secundariamente, la movilización de mocos, así que, aumenta la probabilidad de un estancamiento de mocos o secreciones espesas, empeorando la obstrucción bronquiolar, aumentando el riesgo de infección concomitante, sequedad y mayor irritación de la mucosa por cambios en el epitelio respiratorio, pérdida de calor y generalizando, habría un aumento del trabajo respiratorio lo que también, puede resultar en una ventilación ineficiente. Así que, en base a ello, se resalta la importancia de la humedad y temperatura adecuada de los gases inspirados, resulta ser crucial en los pacientes pediátricos, recomendando un aire calentado preferentemente de 37° a 40°C.^{78,79}

12. Ventajas y Desventajas de la Ventilación Mecánica No Invasiva

12.1 Ventajas

- Incrementa la permeabilidad de la vía respiratoria superior, generando de este modo, una presión positiva continua, que permite evitar el colapso de los componentes de la vía aérea superior, durante el proceso de inspiración.⁸⁰
- Tiene la capacidad de mejorar la ventilación alveolar a través de la optimización del intercambio de los gases a nivel de los alvéolos pulmonares.
- Puede restablecer la sensibilidad de los quimiorreceptores centrales.
- Se ha logrado demostrar, cómo también se ha comentado, que reduce el trabajo respiratorio de los músculos que intervienen en el proceso de respiración.
- Debido a su capacidad de reclutamiento alveolar, así mismo, puede prevenir la formación de atelectasias.
- Permite la desaparición o manejo de la hipercapnia e hipoxemia nocturnas.
- Mejora la complianza pulmonar, enlenteciendo el deterioro de la función pulmonar y de la deformidad torácica.
- Puede revertir los síntomas ocasionados por una respiración insuficiente.

12.2 Desventajas

Cabe mencionar que, no hay estudios que evidencien las limitaciones o desventajas que pueda generar el uso de la ventilación mecánica no invasiva, sin

embargo, personal de terapia respiratoria, manifiesta que pueden presentarse algunas situaciones que puedan tomarse como desventajas:

- Complicaciones que se relacionan con la adaptabilidad en el uso de interfaz. Es decir, pueden presentarse fugas al momento de su colocación, por lo cual pueden disminuir la eficiencia en el uso.
- Necesidad de recurrir a la sedación.
- Requiere de personal capacitado para reducir complicaciones debido al uso inadecuado.
- Presenta menor capacidad para controlar un adecuado monitoreo de los parámetros ventilatorios.

Gilberto Lázaro y col, en su revista médica, realiza un análisis acerca de la evolución que ha tenido la ventilación no invasiva hasta hoy en día, además de, lo mencionado anteriormente, la relevancia que ha ganado debido al desarrollo tecnológico, por la aparición de respiradores más modernos, lo que permite su uso e implementación de manera más sencilla, en aquellos pacientes que se consideran en situación grave y crítica.⁸¹

Se pudo establecer una conexión en un punto importante en el tiempo, por un lado, la medicina intensiva estaba empezando a crecer como especialidad médica, mientras que, por el otro, estaba empezando a surgir la bioética; estos puntos proporcionan una perspectiva diferente, acerca de situaciones específicas en donde debían tomar decisiones difíciles respecto a los pacientes. Así que, la bioética, permite que el personal de salud pudiera reflexionar éticamente, acerca del uso adecuado de la tecnología para evitar prolongar la vida del paciente de forma artificial, sin mejorar la calidad de vida. A pesar de que se ha vuelto una práctica común en muchos hospitales de diferentes países, no está libre de desafíos éticos y clínicos

13. Limitaciones y Complicaciones de la Ventilación Mecánica No Invasiva

A la ventilación mecánica no invasiva, se le atribuye una menor tendencia de complicaciones y causas de morbilidad relacionadas, en comparación con la ventilación mecánica invasiva. Sin embargo, a pesar de tener menos complicaciones, siempre se corren riesgos, para ello es necesario tener un buen conocimiento, experiencia y manejo de esta, reduciendo dichas complicaciones. Las complicaciones más comunes, suelen estar relacionadas al CPAP.⁸²

Nivel pulmonar. A este nivel, se puede dar como resultado una sobre distensión pulmonar, un barotrauma por el aumento de la presión pulmonar y un aumento de la retención de dióxido de carbono causando un desequilibrio hemodinámico; aumento de secreciones en la vía aérea alta. Así mismo, en caso de que, la VNI al final, no logre ser capaz de mejorar el intercambio gaseoso, se denota la demora a la intubación.

En el nivel cardíaco, el aumento de la presión pulmonar puede ocasionar como resultado, una dificultad en el retorno venoso, lo que conlleva a una disminución del gasto cardíaco. Entre el nivel digestivo, tenemos la más comúnmente vista, la distensión abdominal, también podría observarse insuflación gástrica y posible perforación gástrica.

A nivel facial, cabe la posibilidad de ocasionar ceguera por niveles altos de oxígeno, que ocasionan un daño en la retina del ojo. Presencia de edema o lesiones causadas por las interfaces utilizadas, en caso de que no se hayan utilizado protectores, o estos no hayan sido bien fijados, así como moldeamiento de la cara.

A pesar de la baja prevalencia de complicaciones con CPAP, la modalidad ventilatoria que utiliza una interfaz externa definitivamente es mucho más cómoda que un tubo orotraqueal, pero, aun así, puede considerarse una molestia para los pediátricos. Las complicaciones más comunes, están estrechamente relacionadas

con la interfaz, mascarillas nasal o buconasal. Es importante resaltar que estos dispositivos pueden llegar a generar lesiones en la piel del puente nasal, generando así, úlceras por presión, por lo que se recomienda escoger interfases del tamaño adecuado. Esta situación puede prevenirse mediante la elección de mascarillas adecuadas a la cara del paciente pediátrico, o también, se puede tomar en cuenta protectores en los sitios en donde la mascarilla genere mayor presión.

Se ha descrito anteriormente como contraindicación, la dificultad de aspiración de secreciones. Esta modalidad que genera presión positiva permite distensión abdominal, que puede traer consigo náuseas y vómitos. Debido a que pueden existir fugas de aire, puede provocar sequedad en la mucosa nasal u oral.

Del mismo modo, puede que este tipo de ventilación traiga consigo numerosos beneficios para la patología respiratoria tratada, y muchas otras. Aun así, en base a experiencias ajenas, en el campo de la práctica, se ha logrado concluir que, la ventilación con presión positiva puede llegar a ser demasiado incómoda para un adulto, por lo que, para un paciente pediátrico, puede resultar en una incomodidad duplicada, a pesar de los métodos para lograr una mejor aceptación al dispositivo. Es bueno tener en cuenta la posible sensación de claustrofobia dependiendo del tipo de interfaz elegido, la hipersensibilidad facial, miedo al ambiente hospitalario desconocido y disincronías.

Finalmente, en el caso de que la VNI, termine causando algunas de las complicaciones mencionadas, y que por alguna razón no puedan ser solventadas, como también, el hecho de que esta presión positiva continua, no pueda ser capaz de cumplir con el objetivo de mejorar la oxigenación, a través de un incremento en el intercambio gaseoso, ya sea, por causas especiales del paciente, como propias de la enfermedad, se tomará en cuenta la VMI. Para ello es importante conocer aquellos aspectos, factores que indiquen que la VNI no está funcionando, o no muestra los resultados esperados.

14. Predictores de Éxito y Fracaso en la Ventilación Mecánica No Invasiva

Reconocer los predictores de éxito o fracaso de la ventilación no invasiva, es fundamental en pediatría, ya que los signos clínicos, en este tipo de pacientes, tienen la tendencia a cambiar rápida y repentinamente. Algunos estudios han logrado identificar algunos factores clínicos y fisiológicos, los cuales podrían predecir el éxito o el fracaso del soporte ventilatorio utilizado. El monitoreo temprano de ciertos parámetros clínicos, logran ser claves, para determinar si el pediátrico está respondiendo de forma adecuada al tratamiento. Estos predictores tienen la finalidad de guiar a la mejor toma de decisiones terapéuticas y tempranas, para poder evitar una situación tardía de intubación, en caso de que la VNI, fracase.

El estudio de J. Mayordomo-Colunga y col, acerca de los predictores de éxito y fracaso de la ventilación no invasiva en bronquiolitis aguda, menciona que, para dicho estudio, participaron 47 niños, donde había mayor cantidad de varones, con edad mediana de 1.7 meses; con test nasal de VSR positivo en el 77% de los lactantes. No hubo diferencia de éxito o fracaso, entre los niños que recibieron tratamiento con heliox más adrenalina, antes de la VNI, que con los que no recibieron dicho tratamiento. Observaron tres casos de apneas, tres casos de hipercapnia progresiva, en el cual 1 de ellos tenía hipoxemia asociada; y dos casos de inestabilidad hemodinámica, todos estos casos, llevaron al fracaso de la VNI.⁸³

Se concluyó que, el 83% de los lactantes tratados con VNI tuvieron éxito, en su estudio también mencionan que, dicho dato concuerda con un estudio previo francés, que reportaba entre un 75,5 y un 83% de éxito. Los casos en donde, los pacientes mostraban baja necesidad de oxígeno, y aquellos que presentaban fracaso respiratorio hipercápnico en lugar de hipoxémico, tendían a tener mejor aceptación de la VNI, es decir, les resultaba más eficaz.

Del mismo modo, se lograron identificar dos factores importantes: Uno de ellos es la disminución de la frecuencia cardiaca en la primera hora del tratamiento. Se comprende que, si la frecuencia baja como mínimo, 11 latidos por minuto, en la primera hora, se toma como un buen indicador, de que la VNI está funcionando. Es decir, la frecuencia no baja a 11 latidos por minuto (lpm), sino que disminuye 11 latidos, como por ejemplo: un lactante presenta una frecuencia cardiaca de 155 latidos por minuto, al inicio de la ventilación, entonces, se esperaría que, posterior a 1 hora de haber iniciado la VNI, la frecuencia disminuya como mínimo 11 latidos (155 - 11), por lo que, el lactante deberá presentar una frecuencia de 144 latidos por minuto o menos; si hay una mayor disminución de los latidos en la primera hora, se considera un buen pronóstico. Caso contrario, si la frecuencia no baja al menos la cantidad de 11 lpm, se debe vigilar al paciente muy de cerca, y valorar la interrupción de la VNI, acudiendo a la intubación.

El segundo factor por tomar en cuenta es la frecuencia respiratoria. Los lactantes con tendencia de fracaso en la VNI presentaban una frecuencia respiratoria más baja antes de empezar la VNI. Si la frecuencia respiratoria ya se encuentra baja en un inicio, se podría considerar que el pediátrico está agotado, a tal punto de no ser capaz de lograr la taquipnea, como compensación, lo que aumenta el riesgo de apnea. Del mismo modo, se observaba fracaso de VNI, cuando mostraban una reducción mínima o escasa de la frecuencia respiratoria, posterior al inicio del soporte ventilatorio. Cabe recordar que, uno de los objetivos de la elección de este método de soporte respiratorio, son los beneficios relacionados con la disminución del trabajo respiratorio, por ende, la frecuencia respiratoria del lactante, se espera que disminuya tras la VNI. En el caso de que haya pasado 1 hora, tras haber iniciado la VNI, y la frecuencia respiratoria sigue alta, se puede interpretar como un mal pronóstico, ya que indica que el trabajo respiratorio no está cediendo, y que el paciente sigue en dificultad respiratoria, a pesar de la VNI. Como, por ejemplo, al inicio de la VNI, un lactante presenta 50 respiraciones por minuto, tras 1 hora de VNI, la frecuencia disminuye a 36 respiraciones y, a las 6 horas, las respiraciones disminuyen a 30 por minuto; dicho paciente presenta un buen pronóstico de éxito. Por otro lado, un

lactante que, en el inicio de la VNI presenta 50 respiraciones por minuto, al haber pasado 1 hora, las respiraciones solo hayan bajado a 48 por minuto, y al haber transcurrido las 6 horas con VNI, mantenga una frecuencia de 45 respiraciones por minuto, denota un riesgo aumentado de fracaso.

Los principales predictores de éxito, suelen resultar de la respuesta clínica, la edad y también la gravedad del paciente. Se espera que la respuesta clínica se presente en la primera hora, observándose la disminución de la frecuencia respiratoria y cardiaca, así mismo, se puede notar la mejoría del trabajo respiratorio observando una disminución del aleteo nasal, retracciones intercostales y un menor uso de la musculatura accesorio, como un buen predictor de éxito. Hay un buen pronóstico, en el caso de que haya una mejoría en el pH, es decir, que se encuentre dentro de rangos aceptables, en base a la condición del paciente. Sin embargo, no se observa un buen pronóstico, si hay un tiempo prolongado en la evolución de la enfermedad; si existe la necesidad de mantener FiO₂ alta durante un tiempo prolongado, ya que, hay que recordar que, el exceso de oxígeno puede producir retinopatías; si el paciente no demuestra necesitar una disminución de FiO₂, quiere decir que no hay avance en su mejoría.^{84,85}

La monitorización de la frecuencia respiratoria y cardiaca, son puntos fundamentales, que permiten predecir si la ventilación está funcionando. Ambos aspectos, pueden ser suficientes, ya que permiten reducir la necesidad de acudir a otras pruebas más invasivas como las gasometrías. En el caso de que, el lactante no presente respuestas compensatorias, como taquipnea o taquicardia, puede alertar de que dichos mecanismos están fallando, y es muy probable que el paciente necesite ser intubado.

15. Prevención

No existe un tratamiento antiviral específico para el VRS, sin embargo, en los últimos años se ha logrado implementar medidas preventivas, con el objetivo de reducir la gravedad de la enfermedad, y mejorar los resultados clínicos de los pacientes con bronquiolitis aguda.

El palivizumab, resulta ser un anticuerpo monoclonal que actúa contra el virus respiratorio sincitial, el que se mencionó anteriormente, era el principal causante de la bronquiolitis aguda. Esta es una nueva alternativa para controlar la infección contra el VRS en el grupo de riesgo donde se pueden incluir los prematuros con edad gestacional de 34 semanas o menos, y aquellos con displasia broncopulmonar.⁸⁶

En los últimos 25 años, se ha podido demostrar los beneficios del palivizumab, mediante una gran cantidad de evidencia, que proviene especialmente, de aquellos países que disponen de altos ingresos, ya que se trata de una alternativa bastante costosa. Según el estudio de Xavier Carbonell y col. acerca del impacto del Palivizumab, los primeros datos de la aprobación de dicho anticuerpo provienen del año 1989, después de que se haya aprobado en Estados Unidos, donde una gran cantidad de bebés recibieron palivizumab, en una temporada en donde el VRS se encontraba muy presente. Así mismo, se realizaron estudios en Canadá y otros países, demostrando ser altamente eficaz para prevenir hospitalizaciones por dicho virus, especialmente en aquellos pediátricos de alto riesgo.⁸⁷

Se ha utilizado el palivizumab como profilaxis para el VRS en los últimos 25 años en una enorme cantidad de bebés y niños, en todo el mundo, ya que, además de ser altamente eficaz, tanto estudios clínicos, como observacionales manifiestan que es seguro y bien tolerado, ya que tiene bajas tasas de efectos adversos.

Mismo estudio, señala otros nuevos estudios en Europa, presentando solamente 2,1% de efectos adversos, los cuales aún confirman como una tasa baja. Además, el estudio de Carbonell, también menciona que los eventos graves, como lo que son muerte, anomalías congénitas, etc., no fueron causados por el palivizumab, es decir

que el anticuerpo no mostró eventos adversos de gravedad en aquellos a los que se le fue administrado; y en aquellos países con difícil acceso al profiláctico, los eventos adversos que se presentaron fueron pocos y se logró su manejo.

En base al estudio, se pudo concluir que el medicamento no genera reacciones inmunológicas negativas, en caso de que requiera aplicarse dos años seguidos, como, por ejemplo, aquellos pacientes de alto riesgo. Es un profiláctico seguro y eficaz, bien aceptado tanto por las familias como por los profesionales.

Por otra parte, el estudio de Luis Jiménez Herrera sobre la eficiencia en el uso del palivizumab, resalta el costo alto del profiláctico, aunque, su costo - efectividad puede variar dependiendo del grupo de pacientes, de su condición, así como el tipo de estudios, ya que de eso depende las dosis utilizadas. Se entiende que el uso de palivizumab es seguro y eficaz, en la prevención de hospitalizaciones por VRS, en pediátricos de alto riesgo, pero su uso conlleva costos significativos. La evidencia que existe acerca de su costo - efectividad varía, porque algunos estudios justifican su inversión en prematuros o en aquellos con displasia broncopulmonar o cardiopatías congénitas; pero, por otro lado, existen otros estudios que siguen cuestionando su uso generalizado.

Aunque la implementación del palivizumab incrementa el presupuesto en medicamentos, se tiene la ventaja de que evita hospitalizaciones costosas, junto con sus secuelas, ya que, la evidencia internacional indica que limitar el acceso al profiláctico en cuestión, ha tenido como consecuencia un aumento en la incidencia de hospitalizaciones y estancias en UCI con ventilación mecánica, así que, sería recomendable la implementación de un uso selectivo y estratégico del palivizumab, en base a criterios de riesgo que puedan definirse claramente, priorizando a aquellos pacientes en los que puedan verse mejores resultados, y mayores beneficios en un sentido clínico.⁸⁸

La mejor manera de evitar la bronquiolitis y sus riesgos es previniendo su contagio, por lo que, el personal de salud debería informar y recomendar, así como, el responsable de niños y niñas, debería de estar consciente de las estrategias de prevención de enfermedades respiratorias, como, por ejemplo, el lavado de manos frecuente, así como evitar o limitar el contacto con personas con síntomas respiratorios, o ambientes contagiosos, ya que presentan alto riesgo de contagio. Evitar la exposición al tabaco, e informar acerca de lo perjudicial que puede ser, en el entorno del infante. Informar acerca de las vías de transmisión y algunas medidas de control. Por estas y muchas otras razones, se han creado programas para la disminución de enfermedades respiratorias.

15.1 Programa de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)

La infección respiratoria aguda (IRA) es conocida como un proceso infeccioso de menos de 15 días de duración, la cual suele afectar cualquier área de las vías respiratorias de manera que puede afectar la nariz, oído, faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos y pulmones. La IRA suele presentarse mayormente en niños o ancianos ya que, dicha población, es susceptible a sufrir complicaciones mayores, en comparación con el resto de la población, en la cual, se presenta casi siempre, como una gripe o resfriado común.⁸⁹

La IRA se produce por la presencia de virus, que provienen de gotitas de tos o secreciones de personas enfermas con infecciones respiratorias agudas, en base al impacto que estas infecciones han tenido en una parte de la población, se ha realizado el “programa IRA”, la cual tiene como propósito fundamental, el proporcionar una atención, tanto oportuna, como personalizada, brindando de mismo modo, alta calidad al paciente que presente infección respiratoria aguda, realizando un énfasis, especialmente en la población infantil. Dicho programa, no solo ofrece atención clínica especializada frente a las infecciones respiratorias agudas, sino que también busca minimizar la mortalidad y las hospitalizaciones, además de promover

el uso apropiado de los medicamentos y mejorar integralmente, la calidad de vida de los niños afectados.

Esta intervención puede contribuir significativamente a la reducción de complicaciones y de mortalidad prematura, así como a la mejora en la calidad de vida de los niños afectados por estas patologías, lo cual ha sido de gran trascendencia en salud pública.

Las actividades para la promoción de la salud en relación con las infecciones respiratorias agudas incluyen la realización de acciones educativas y preventivas, las cuales están dirigidas a padres, cuidadores, docentes, así mismo, técnicos y apoderados, más que nada, con el fin de disminuir la incidencia y complicaciones de estas enfermedades. Entre las estrategias más relevantes se encuentran:

Promoción:

- De la mano con aquellos factores de riesgo de bronquiolitis aguda, ya mencionados, en dicha estrategia, busca promover la lactancia materna, el mantenimiento de hogares libres de humo de tabaco, así como ambientes libres de contaminación. Además de fomentar la prevención de la transmisión de infecciones respiratorias.
- Organizar talleres para padres y cuidadores, sobre la prevención de infecciones respiratorias agudas, así como la identificación de signos y síntomas respiratorios, detección de signos de gravedad, los cuales requieran atención urgente. También capacitaciones de cuidados generales de lactantes con infecciones respiratorias, junto con el uso adecuado de la red asistencial.
- Capacitar a docentes, técnicos y apoderados de salas cuna, jardines infantiles y colegios en temas similares, con el objetivo de poder mejorar la detección temprana, la derivación oportuna y las medidas preventivas en el ámbito educativo.

Así mismo, promueve la implementación de campañas comunicacionales en centros de salud (CESFAM) y salas de espera mediante videos, cartillas informativas y otros materiales educativos que permitan concientizar a la comunidad.

Prevención:

- Para la prevención se sugiere la colaboración con el encargado del PNI, para que las vacunas se administren según la normativa vigente. Además, se ha visto beneficioso realizar visitas domiciliarias integrales a las familias de niños con alto riesgo de mortalidad por neumonía; dichas visitas deben ser coordinadas por los profesionales del centro de salud en el marco del plan de Cuidados Integrales.

- Promover y aplicar de manera habitual el score de riesgo de mortalidad por neumonía en niños hasta los 12 meses de edad en cada contacto con la IRA, es decir que, en cada consulta médica hacia el pediátrico con síntomas respiratorios, el personal de salud debería utilizar métodos específicos para evaluar el riesgo de muerte por neumonía, con el objetivo de poder detectar los casos más graves y de este modo, actuar rápidamente.

Tratamiento:

- Administrar medicamentos y técnicas de fisioterapia en casos específicos, siempre bajo indicación médica, y siguiendo las recomendaciones de la guía técnica, además, proveer oxígeno a pacientes que lo requieran, mientras esperan traslados a un centro de mayor complejidad.

Seguimiento:

- Atender en la sala IRA a pacientes derivados desde el Centro de Salud por bronquiolitis, brindando educación y seguimiento dentro de los plazos establecidos para los pacientes, ajustando del mismo modo, el control según la evolución clínica individual. Durante el seguimiento, también se tiene como objetivo detectar aquellos casos que progresan a bronquiolitis moderada o severa, para así, realizar la derivación correspondiente al Servicio de Urgencia.

Coordinación:

- A través de la coordinación, se busca que el equipo de salud pueda participar activamente en las reuniones del sector, y así presentar aquellos casos identificados con riesgo, los cuales requieren una mejor coordinación con otros profesionales, o la realización de estudios familiares.

- Apoyar las acciones del programa de atención domiciliaria, siempre y cuando sea necesario, según disponibilidad. Así mismo, realizar tanto el seguimiento, como el rescate de pacientes, que han presentado diagnóstico de bronquiolitis, y que no hayan asistido a sus controles, con el fin de garantizar un seguimiento completo, que permita la reducción del riesgo, por empeoramiento no atendido.

A pesar de que muchos estudios, han demostrado los beneficios que puede brindar la ventilación no invasiva en pediátricos con bronquiolitis aguda, existen aquellos otros estudios que intentan mostrar superioridad acerca de la terapia con cánula nasal de alto flujo (CNAF), como una medida de soporte respiratorio, en caso de que la oxigenoterapia convencional no muestre resultados esperados.

Fabiana Morosini y cols, realizaron un estudio comparativo acerca de las características clínicas de aquellos niños a los que se les dio soporte con ventilación no invasiva, frente a los que recibieron soporte respiratorio con cánula nasal de alto flujo, en el Hospital Pediátrico del Centro Hospitalario Pereira Rossell, en Uruguay, en donde, desde el año 2009 dispone de un área especial de cuidados moderados, el cual fue denominado Unidad de Cuidados Respiratorios Especiales Agudos (CREA). En su investigación incluyeron a todos los niños menores de 2 años que estuvieron hospitalizados por infección respiratoria aguda baja, y que recibieron soporte respiratorio mediante la VNI y CNAF.⁹⁰

La cánula nasal de alto flujo fue aplicada en los pacientes que presentaron un score de Tal modificado mayor a 6, sin mejoría, con PCO₂ menor de 50 mmHg; mientras que, por otro lado, la VNI se indicó en aquellos niños con peso mayor de 7 kg con score Tal mayor a 7 y PCO₂ entre 50 a 60 mmHg. La mayoría de los pacientes en este estudio estaban sanos, solo que, el factor de riesgo que comúnmente se presentó entre ellos, era la prematuridad.

Al final, se observó que ambas técnicas generaron resultados exitosos para la mayoría, teniendo en cuenta que los pacientes padecían de bronquiolitis, y que el tiempo de utilización de ambas técnicas fue similar, evitando de este modo el ingreso a UCI y ventilación mecánica invasiva. Por lo que, se puede concluir, según los datos obtenidos del estudio, que ambos métodos de soporte respiratorio resultan ser estrategias efectivas y seguras para el manejo de este tipo de pacientes, incluso fuera de UCI; con una casi nula presencia de complicaciones y se logró evitar la intubación en ambos casos.

Así mismo, en otros estudios comparativos, como por ejemplo el de Giovanna Vitaliti, en donde analizan la efectividad de la CNAF y VNI en 60 niños con dificultad respiratoria de leve a moderada, en donde era la bronquiolitis la causa más frecuente, en la mayoría de los casos. Estos niños fueron divididos en tres grupos de 20 pacientes, un grupo con VNI, otro grupo con CNAF, mientras que el otro grupo fue con control. Durante el estudio se evaluaron seis parámetros clínicos, entre los que estaban: la saturación de oxígeno, la presión arterial de oxígeno (PaO₂), dióxido de carbono, pH, frecuencia respiratoria y relación PaO₂/FiO₂, en tres momentos diferentes, en primero fue al inicio del tratamiento, luego a la hora y por último, a las seis horas.

Al final, ambas técnicas lograron mostrar mejoras en cada uno de los parámetros evaluados, a las seis horas; aún así, se observó la presencia de más efectos significativos con la CNAF, en donde hubo una mejoría marcada de la saturación de O₂, PaO₂ y relación PaO₂/ FiO₂, mientras que los pacientes que estuvieron bajo

CPAP, las mejoras que más predominaron fueron el pH, la PCO₂ y la relación PaO₂/FiO₂.⁹¹

Del mismo modo, el estudio de Mihir Sarkar y col, donde evalúa la eficacia de ambos métodos ventilatorios en niños con bronquiolitis severa, en donde 16 pacientes, tuvieron tratamiento con CPAP con una presión inicial de 4 cm H₂O, la cual fue incrementando a 8 cm H₂O; mientras que otros 15 pacientes estuvieron bajo CNAF, con aporte de O₂ inicial de 40%, e incremento hasta alcanzar una saturación de 94%. Los resultados concluyen que ambos grupos lograron mostrar mejoras clínicas bastante parecidas, aun así, solo un paciente de cada grupo necesitó recurrir a la intubación, además, el tiempo de duración de la internación en cuidados intensivos, también fue similar. Sin embargo, se observó que la CNAF fue mejor tolerada, ya que estuvo asociada con una reducción de la frecuencia cardiaca, y mayor comodidad, relacionada a la disminución de lesiones, en comparación con CPAP.⁹²

Pedersen y col, en su estudio, presentan resultados diferentes a los anteriores, debido a que, descubrieron que CPAP, pudo mostrar mayor eficacia que la CNAF, en el sentido de que, mostró mejoras en la disminución de la frecuencia respiratoria y la FiO₂, en niños con bronquiolitis. Se menciona que la mitad de los pacientes que iniciaron con CNAF, empeoraron, por lo que necesitaron recurrir a CPAP. Y, a pesar de ello, la duración de la estancia en UCI y el tiempo total de hospitalización, resultó ser parecida en los dos grupos.⁹³

Por otro lado, el estudio de Cong Liu y col, compararon CPAP y la CNAF, en pequeños menores de 2 años, que presentaban dificultad respiratoria de leve a moderada, debido a neumonía. Tampoco se encontraron diferencias significativas en la eficacia clínica, entre ambos métodos de tratamiento, asimismo, la duración de la hospitalización y el deterioro del estado clínico no varió en gran sobremanera. El resultado que varió, se relaciona con la frecuencia de lesiones en la mucosa nasal y la distensión abdominal, causada por CPAP.⁹⁴

Así mismo, se logra recopilar resultados del estudio de Milesi y col, quienes comparan la eficacia de CNAF y VNI, en niños menores de 6 meses con bronquiolitis aguda y dificultad respiratoria grave, quienes fueron evaluados a través de la escala clínica modificada de Wood, en donde se considera como graves, aquellos pediátricos con puntuación mayor a 3. Según los resultados, se demostró que CPAP logró ser más efectivo, ya que presentó menos casos de deterioro clínico, en comparación con la CNAF. Del mismo modo, se comenta que alrededor de 6 a 7 horas en CPAP y entre 9 y 7 horas con CNAF, se observó aumento de la frecuencia respiratoria y episodios de apnea. Se cree que las principales causas del fracaso terapéutico fueron distintas según el tratamiento, ya que en CPAP se resalta la incomodidad del paciente, mientras que, en el caso de la CNAF, fue el empeoramiento de la dificultad respiratoria. Al final, fueron ocho los pacientes que requirieron intubación, supuestamente, debido a que estuvo ligeramente asociado con el fracaso de la CNAF, cuyo deterioro ocurre dentro de las primeras 6 horas; aun así, una parte de los pacientes pudieron estabilizarse, tras ser pasados a CPAP.⁹⁵

Ambos métodos ventilatorios son capaces de brindar una mejoría de parámetros clínica similar, lo que al final, reduce la morbilidad y la mortalidad de muchos pediátricos con dificultad respiratoria. Por una parte, se ha observado a lo largo de la investigación, que la VNI, es eficaz para permitir al paciente un descanso en los músculos respiratorios, así como un aumento en la capacidad residual, pero, aun así, las complicaciones o dificultades que más se hacen presente, son la incomodidad de la interfaz debido a lesiones y la presión continua que este método puede brindar. En comparación con la CNAF, se ha concluido que es mucho mejor tolerada, debido a que es más cómoda, ya que se observa menor lesión de la mucosa nasal. Así que, la aplicación de cada técnica se debe decidirse en función de la enfermedad en cuestión y la gravedad de la situación

CONCLUSIÓN

La bronquiolitis aguda representa una de las enfermedades respiratorias más frecuentes, que, además, se denota significativa en la población pediátrica, especialmente en aquellos menores de dos años. Tanto su incidencia, como sus complicaciones graves, suele convertir dicha enfermedad, en un desafío para los profesionales de la salud, tanto en un contexto hospitalario, como ambulatorio.

Esta infección viral, provoca inflamación de las vías respiratorias inferiores, además de un incremento en la producción de moco, que condiciona la obstrucción bronquiolar, es por ello que ocurre la dificultad respiratoria, hipoxemia y, en casos extremos la necesidad de soporte respiratorio, lo que podría provocar algunas secuelas a largo plazo. A causa de lo anterior, para un abordaje adecuado, es necesario un diagnóstico apropiado, además de estrategias que puedan reducir la progresión de la enfermedad, hacia complicaciones graves. La identificación temprana de los pacientes, que presenten riesgo de progresión a etapas más graves, resulta ser significativa para disminuir complicaciones, además de optimizar de mejor manera los recursos hospitalarios.

La vulnerabilidad de los pediátrico a la bronquiolitis aguda se encuentra relacionada con la inmadurez de sus mecanismos defensivos, así como de la alta reactividad de sus vías respiratorias; dichos factores no solo aumentan la susceptibilidad a infecciones graves, sino que también, pueden afectar la respuesta de las intervenciones terapéuticas, por lo que su manejo, debe ser individualizado y adaptado a las características anatómicas y fisiológicas de cada paciente.

Desde el punto de vista anatómico, las vías respiratorias de los pacientes pediátricos son notablemente más estrechas y cortas, en comparación con un adulto,

lo que aumenta la resistencia al flujo de aire frente a cualquier inflamación u obstrucción; igualmente, la pared torácica es menos capaz de soportar el esfuerzo ventilatorio, por lo que suele aumentar el trabajo respiratorio. Igualmente, en un sentido fisiológico, la frecuencia respiratoria basal en los lactantes es más alta, así como su capacidad residual funcional es relativamente baja. Todas estas diferencias, que pueden ser normales durante el desarrollo, predisponen un deterioro respiratorio más rápido en los niños en situaciones en donde se presentan infecciones virales como la bronquiolitis.

La fisiopatología de la bronquiolitis aguda en los pediátricos es determinada por las características anatómicas y fisiológicas previamente mencionadas. La infección provocada por el VRS provoca inflamación del epitelio bronquiolar, edema y aumento de la producción de moco, dichas condiciones en un lactante pueden generar obstrucción significativa del flujo aéreo, debido a la disminución del diámetro de los bronquiolos. Como consecuencia de lo anterior, se produce el atrapamiento aéreo, con desequilibrio en la ventilación - perfusión, lo que explica la frecuente aparición de hipoxemia, en estos pacientes. Así mismo, la limitada reserva pulmonar, junto con su alta frecuencia respiratoria, predisponen la aparición de fatiga muscular, aumentando la probabilidad de requerir soporte respiratorio avanzado.

La comprensión de los mecanismos fisiopatológicos resulta ser significativa para tomar mejores decisiones terapéuticas. La disminución de la oxigenación provocada por la obstrucción bronquiolar, requiere una intervención inmediata que permita optimizar la ventilación y el intercambio gaseoso, sin ocasionar un daño adicional. La ventilación mecánica se ha considerado como una estrategia clave para el manejo de la bronquiolitis aguda en pediátricos, ya que ofrece un soporte respiratorio, mejorando así, la oxigenación, además de reducir el trabajo respiratorio, al disminuir la fatiga muscular, sin necesidad de la intubación endotraqueal. La VNI disminuye las

complicaciones asociadas a la ventilación invasiva, como lo son las lesiones traqueales, las infecciones nosocomiales y sedación prolongada.

A pesar de los múltiples beneficios que provee la VNI, esta puede presentar ciertos desafíos que deben tomarse en cuenta, como la selección del dispositivo adecuado, el ajuste de parámetros ventilatorios y la monitorización constante, para poder garantizar eficacia y seguridad, ya que, por ejemplo, la adaptación de interfaces puede ser complicado debido al reducido tamaño de la cara, así como la tolerancia variable al dispositivo, es por ello que se recomienda un personal capacitado y protocolos estandarizados. El éxito de la VNI, puede depender de la gravedad del cuadro, así como de la experiencia del equipo de salud, ya que, se ha podido analizar que algunos de los fracasos de VNI, están asociados a cuidados no brindados, como el exceso de secreciones por ausencia de aspiración, mala colocación de interfases o posiciones no favorables para el pediátrico.

Según la evidencia, la VNI ha podido reducir la progresión hacia la ventilación invasiva y acortar el tiempo de hospitalización en algunos casos. Su implementación requiere la coordinación de médicos, enfermeras y terapeutas respiratorios, quienes se encargan de vigilar continuamente la respuesta del paciente, ajustando parámetros y detectando complicaciones. Este modo permite integrar otras intervenciones de soporte como la fisioterapia respiratoria y control de secreciones; todos estos factores convierten a la VNI, en un pilar fundamental para el soporte ventilatorio, demostrando que la tecnología puede mejorar de forma significativa los resultados clínicos y la experiencia del paciente, si se aplica de manera adecuada.

El manejo temprano de la bronquiolitis aguda representa un factor determinante, tanto en la evolución, como en el pronóstico del paciente pediátrico, así que, un abordaje precoz no solo mejora la eficacia de las medidas de soporte, sino que

también permite la optimización de los recursos hospitalarios. Así mismo, la comunicación fluida entre los miembros del equipo permite un ajuste rápido, según la respuesta del paciente. La participación de los cuidadores, así como la educación familiar, permite un abordaje más completo, ya que asegura el conocimiento de las medidas preventivas y terapéuticas, promoviendo de este modo, la posibilidad de un entorno más seguro y cómodo, lo que facilita la recuperación del paciente pediátrico.

Mirando hacia el futuro, el manejo de la bronquiolitis necesita continuar innovando en estrategias de prevención y diagnóstico y tratamiento, así como sus estudios en los países de habla hispana, necesitan ser actualizados. La investigación orientada a identificar factores de riesgo, nuevos agentes virales y modalidades de soporte respiratorio menos invasivo se orienta a optimizar los resultados clínicos, así como reducir la carga hospitalaria. La implementación de protocolos basados en la evidencia, y que sean adaptados a las características fisiológicas de los pacientes pediátricos, será fundamental para poder estandarizar la atención, y de este modo permitir garantizar la seguridad en cada nivel asistencial.

Entre las recomendaciones más importantes, se encuentra la consolidación de programas de educación para los padres de familia, o cuidadores en general; dichos programas deberían estar orientados a reconocer signos de alarma, así mismo, a implementar medidas preventivas en el hogar, la promoción de vacunas o estrategias de protección frente a virus respiratorios.

En el ámbito hospitalario se recomienda fortalecer la capacitación del personal de salud, en técnicas de ventilación mecánica no invasiva, con sus respectivos cuidados, de modo que se pueda optimizar el soporte respiratorio, así como el manejo general de los pacientes pediátricos con bronquiolitis aguda. Además, fomentar la investigación clínica y la colaboración multidisciplinaria, permitirá

actualizar de manera constante los protocolos de atención, ya que se podrían incorporar nuevas evidencias y mejores prácticas. En resumen, al combinar la prevención, junto con la intervención temprana, el manejo especializado y el trabajo coordinado, se podría construir una base fuerte, que permita enfrentar de mejor manera la bronquiolitis aguda, reduciendo las complicaciones, mejorando la recuperación de los pacientes pediátricos, así como sentar las bases para un cuidado más seguro y eficiente en el futuro, en esta población.

BIBLIOGRAFÍA

1. García-Quintero F, De la Cruz Rodríguez R. Actualización en la etiopatogenia de la bronquiolitis aguda. Revista 16 de abril. 2018;57(268):125–134. [Consultado 20 de abril 2025] Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/abril/abr2018/abr18268j.pdf?fbclid=IwAR1NJGVzXkUfshToY0qxN43k9sQhm1CWFv0jSpjnIjRt2IEFpd5sQWy2XS0>
2. Bower J. Bronchiolitis. In: PubMed Central (PMC). 2014. [Consultado 20 de abril 2025] Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7173511/>
3. Hubble D, Osborn GR. Acute bronchiolitis in children. Br Med J. 1941 Jan 25;1(4177):107–110, 126–127. doi:10.1136/bmj.1.4177.107. PMID: PMC2160519. [Consultado 20 de abril 2025] Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2160519/>
4. González A, González M, González M, González M. Factores asociados a la mortalidad por neumonía en niños menores de 5 años en el Hospital Nacional de Itauguá, Paraguay. Rev Paraguaya Salud Pública. 2020;20(1):29–35. [Consultado 21 de abril de 2025] Disponible en: https://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-36962020000100029
5. Vásquez-Hoyos P, González-Rincón JM, Gallego-Salazar AF, Sánchez-Heredia E, Latorre-Montoya GA. Terapia de soporte en bronquiolitis aguda grave en una Unidad de Cuidado Intensivo Pediátrico. Rev Mex Pediatr. 2020;87(2):58–64. [Consultado 21 de abril de 2025] Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0035-00522020000200058
6. Atamari-Anahui N. Bronquiolitis obliterante postinfecciosa en niños: serie de casos en un hospital pediátrico en Perú. Bol Med Hosp Infant Mex. 2023;80(5):312–319.

[Consultado 21 de abril de 2025] Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-11462023000500312&script=sci_arttext

7. Guerra Marcial PA, Montenegro García BF, Andrade Cerda CE, Jaramillo Campoverde MB. Etiología, fisiopatología, diagnóstico y tratamiento de la bronquiolitis obliterante en edad pediátrica: artículo de revisión. Polo del Conocimiento. 2023;8(6):1176–1189.

[Consultado 22 de abril de 2025] Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/5737/14275>

8. Bylsma LC, Fryzek JP, McGinnis J, et al. Mortality among US infants and children under 5 years of age, 2010–2019. J Infect Dis. 2022;226(Suppl 2): S267–S281 [Consultado 22 de abril de 2025] Disponible en: https://academic.oup.com/jid/article/226/Supplement_2/S267/6666002?login

9. González-Pérez A, Rodríguez-Carrillo R, López-Álvarez A. Bronquiolitis aguda: tratamiento de la insuficiencia respiratoria. Rev Neumol Pediatr. 2023;36(2):117–123.

[Consultado 22 de abril de 2025] Disponible en: <https://revistaneumologiapediatrica.com/articulo/bronquiolitis-agudatratamiento-de-la-insuficiencia-respiratoria>

10. Toledo del Castillo B, Fernández Lafever SN, López Sanguos C, Díaz-Chirón Sánchez L, Sánchez da Silva M, López-Herce Cid J. Evolución de la ventilación mecánica no invasiva en la bronquiolitis. An Pediatr (Barc). 2015;83(2):117–122. [Consultado 23 de abril de 2025] Disponible en: <https://analesdepediatria.org/es-evolucion-ventilacion-mecanica-no-invasiva-articulo-S1695403314005281>

11. Rivera Macías ER. Epidemiología y clínica de los pacientes de 1 mes a 5 años ingresados en el HNNBB con enfermedad respiratoria grave de etiología viral. Enero 2012–Diciembre 2013 [tesis]. San Salvador: Universidad de El Salvador; 2016.

[Consultado 23 de abril de 2025] Disponible en:
<https://repositorio.ues.edu.sv/items/33f5e841-c65d-4e35-87bb-afba7b855806/full>

12. González JG, Pérez AM, Rodríguez JF, López LE. Caracterización clínica-epidemiológica de las bronquiolitis en pacientes pediátricos. Revista Cubana de Medicina General Integral [Consultado 23 de abril de 2025] Disponible en:
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=104892>

13. Downey RP, Samra NS. Anatomy, thorax, tracheobronchial tree. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–. Actualizado el 24 de julio de 2023 [Consultado 24 de abril de 2025] Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556044/>

14. Sociedad Chilena de Neumología Pediátrica (SOCHINEP). Neumología Pediátrica. 2018;13(3):88–131. [Consultado 24 de abril de 2025] Disponible en:
https://www.savagnet.com.py/revistas/neumo_ped_septiembre_2018/files/assets/common/downloads/NEUMOLOG.pdf#page=16

15. Mieczkowski B. Anatomy, head and neck, trachea. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [Consultado 24 de abril de 2025] Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448070/>

16. ANATOMÍA SNELL 10MA EDICIÓN ESPAÑOL.Pdf [Internet]. [Consultado 24 de abril de 2025] Disponible en:
<https://es.slideshare.net/slideshow/anatomia-snell-10ma-edicion-espanol-pdf/268283589>

17. Patwa A, Shah A. Anatomy and physiology of respiratory system relevant to anaesthesia. India J Anaesth [Internet]. 2015 Sep;59(9):533–541 [Consultado 25 de abril de 2025] Disponible en:
https://journals.lww.com/ijaweb/fulltext/2015/59090/anatomy_and_physiology_of_respiratory_system.1.aspx

18. Hyde DM, Hamid Q, Irvin CG. Anatomía, patología y fisiología del árbol traqueobronquial: énfasis en las vías respiratorias distales. *J Allergy Clin Immunol* [Internet]. 2009;124(6 Suppl):S72-7 [Consultado 25 de abril de 2025] Disponible en:[https://www.jacionline.org/article/S0091-6749\(09\)01473-0/fulltext](https://www.jacionline.org/article/S0091-6749(09)01473-0/fulltext)

19. Herring MJ, Putney LF, Wyatt G, Finkbeiner WE, Hyde DM. Growth of alveoli during postnatal development in humans based on stereological estimation. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2014 Aug [Consultado 25 de abril de 2025] Disponible en:<https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajplung.00094.2014>

20. Seadler BD, Toro F, Sharma S. Physiology, Alveolar Tension. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. Last update May 1, 2023 [Consultado 25 de abril de 2025] Disponible en:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539825/>

21. Terry PB, Traystman RJ. The clinical significance of collateral ventilation. *Ann Am Thorac Soc*. 2016 Dec;13(12):2251–2257. [Consultado 26 de abril de 2025] Disponible en:<https://www.atsjournals.org/doi/10.1513/AnnalsATS.201606-448FR>

22. Reiriz Palacios J. Sistema respiratorio: anatomía [Internet]. Adaptado por: Eva Rosa Carmona. Barcelona: Infermera Virtual; [s.f.]. Consultado 16 de abril de 2025] Disponible en:<https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/97/Sistema%20respiratorio.pdf?1358605430>

23. Reiriz Palacios J. Anatomía del sistema respiratorio [Internet]. Santiago: Universidad de Santiago de Chile; [s.f.]. [Consultado 26 de abril de 2025] Disponible en:<https://www.studocu.com/cl/document/universidad-de-santiago-de-chile/anatomia-humana/13-sistema-respiratorio-anatomia-autor-julia-reiriz-palacios/97968938>

24. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana [Consultado 26 de abril de 2025] .

- 25.** Raff H, Levitzky M. Fisiología médica: un enfoque por aparatos y sistemas. 1ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2013. Traducción de: Medical Physiology: A Systems Approach. [Consultado 27 de abril de 2025]
- 26.** García-Talavera I, Díaz Lobato S, Bolado PR, Villasante C. Músculos respiratorios [Internet]. Imagen Diagnóstica. 1992 Jun–Jul;28(5):239–246. [Consultado 28 de abril 2025] Disponible en:<https://www.elsevier.es/es-revista-imagen-diagnostica-308-pdf-S0300289615313351>
- 27.** Jain V, Bordes SJ, Bhardwaj A. Physiology, Pulmonary Circulatory System [Internet]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan –. [Updated 2023 May 1] [Consultado 29 de abril de 2025] Disponible en:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525948/>
- 28.** Raimondi Cominesi D, Forcione M, Pozzi M, Giani M, Foti G, Rezoagli E, Cipulli F. Pulmonary shunt in critical care: a practical approach with clinical scenarios [Internet]. Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care. 2024 Mar 6;4:18. [Consultado 29 de abril de 2025] Disponible en:
<https://janesthanalgcritcare.biomedcentral.com/articles/10.1186/s44158-024-00147-5>
- 29.** Wagner PD. The physiological basis of pulmonary gas exchange: implications for clinical interpretation of arterial blood gases. Eur Respir J. 2015 Jan;45(1):227-243. doi:10.1183/09031936.00039214. [Consultado 29 de abril de 2025] Disponible en:<https://publications.ersnet.org/content/erj/45/1/227>
- 30.** Deranged Physiology. Neonatal respiratory physiology [Internet]. 2023 Dec 19 [Consultado 30 de abril de 2025] Disponible en:
<https://derangedphysiology.com/main/cicm-primary-exam/respiratory-system/Chapter-926/neonatal-respiratory-physiology>

- 31.** González Pérez-Yarza E, Aldasoro Ruiz A, Korta Murua J, Mintegui Aranburu J, Sardón Prado O, editores. La función pulmonar en el niño. Principios y aplicaciones [Internet]. Majadahonda (Madrid): Ergon; c2007 [Consultado 30 de abril de 2025] Disponible en:<https://neumoped.org/wp-content/uploads/2019/02/La-funci%C3%B3n-Pulmonar-en-el-ni%C3%B1o.-Principios-y-Aplicaciones.pdf>
- 32.** Jaramillo-Cerezo A, Cardona LV, Arango OI, Tamayo-González NA, Rodríguez-Padilla LM, Parra-Buitrago A. Bronquiolitis aguda: hospitalización, complicaciones y manejo terapéutico en menores de dos años atendidos en un centro de referencia en 2017 y 2018.[Internet]. 2023 Sep [Consultado 30 de abril de 2025] Disponible en:<http://www.scielo.org.co/pdf/iat/v36n3/0121-0793-iat-36-03-317.pdf>
- 33.** THE JOHNS HOPKINS HOSPITAL MANUAL HARRIET LANE DE PEDIATRÍA, VIGÉSIMA PRIMERA EDICIÓN. HELEN K. HUGHES LAUREN K. KAHL[Consultado 30 de abril de 2025]
- 34.** Oshansky CM, Zhang W, Moore E, Tripp RA. The host response and molecular pathogenesis associated with respiratory syncytial virus infection [Internet]. Future Microbiology. 2009 Apr [Consultado 5 mayo de 2025] Disponible en:<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2711508/?utm>
- 35.** Ramos Rodríguez N, Calderón Cárdenas JS, Flórez Lezama JP, Aguilera Garzón LA, Aguirre Zambrano C, Hernández Sarmiento R, Córdoba Ramírez G, Morales Rúa EL, Plata Ortiz JE, Morales Rúa KP, et al. Pediatría práctica. Tercera edición [Internet]. 2022 [Consultado 5 de mayo de 2025] Disponible en:<https://repositorio.unbosque.edu.co/items/81f42718-81fe-43ef-b786-6209f632c73b>
- 36.** Pabón JH. Pediacológico: protocolo de actuación. 1a ed. España: Medbook Editorial Médica; 2020.[Consultado 5 de mayo de 2025]

37. Nebot MS, Teruel GC, Cubells CL, Sabadell MDE, Fernández JP. Guía de práctica clínica sobre la bronquiolitis aguda: recomendaciones para la práctica clínica. Un Pediatr (Barc) [Internet]. 2010;73(4):208.e1-10.[Consultado 6 de mayo de 2025] Disponible en:<https://analesdepediatria.org/es-gua-prctica-clinica-sobre-bronquiolitis-articulo-S1695403310002833>

38. Pediatría Luis Voyer tomo II 2011_comprimido.pdf [Internet]. Documentos de Google..[Consultado 7 de mayo de 2025] Disponible en:<https://drive.google.com/file/d/1t9EkH9tyKnpiEqDwQvLoCCm5dYJScNN/view>

39. Vizueta Bustamante MC, Torres Espinosa JJ, Melo-Segovia JA, Tipantiza Conde EB. Diagnóstico y tratamiento de bronquiolitis en población pediátrica, un artículo de revisión. Polo del Conocimiento. 2024 Jun;9(6):990–1000. doi: 10.23857/pc.v9i6.736 [Consultado 8 mayo de mayo de 2025] Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7367/pdf>

40. García García ML, Korta Murua J, Callejón Callejón A. Bronquiolitis aguda viral. Protoc Diagn Ter Pediatr. 2017;1:85–102. Asociación Española de Pediatría.[Consultado 12 de mayo de 2025] Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/06_bronquiolitis_aguda_viral_0.pdf

41. Callén Blecua M, Torregrosa Bertet MJ. Puesta al día en bronquiolitis aguda: diagnóstico y tratamiento. Form Act Pediatr Aten Prim. 2010;3:21–28.[Consultado 15 de mayo de 2025] Disponible en: <https://fapap.es/files/639-404-RUTA/552fbfbb3be432c169b592a100605699.pdf>

42. Diagnóstico y tratamiento de la bronquiolitis aguda en Urgencias. Javier Benito Fernández, Natalia Paniagua Calzón, Servicio de Urgencias de Pediatría Hospital Universitario Cruces. Vizcaya Benito Fernández J, Paniagua Calzón N. Diagnóstico y tratamiento de la bronquiolitis aguda en Urgencias.Protoc diagn ter pediatr. 2020;1:63-

73.[Consultado 15 de mayo de 2025] Disponible en:https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/05_bronquiolitis.pdf

43. Cristóbal-Aguado S, Flores-Sáenz M, Rodríguez Redondo J, Méndez Mesón I, Aguado Henche SS. Bronquiolitis aguda leve: manejo y tratamiento en urgencias. RIECS (Revista de Investigación y Educación en Ciencias de la Salud). 2024;9(2):45–50.[Consultado 18 de mayo de 2025] Disponible en: <https://www.riecs.es/index.php/riecs/article/view/418/512>

44. Yanes Macías JC, Fonseca Hernandez M, García Rodríguez I, Llul-Tombo C, Tio-González D, Díaz Ceballos JC. Atención al niño con bronquiolitis: consideraciones clínico-terapéuticas generales. Medisur [Internet]. 2022;20(2):175–182.[Consultado 18 de mayo de 2025] Disponible en:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2022000200175

45. González de Dios J, Ochoa Sangrador C; Grupo de Revisión del Proyecto ABREVIADO. Conferencia de Consenso sobre bronquiolitis aguda (IV): tratamiento de la bronquiolitis aguda. Revisión de la evidencia científica. An Pediatr (Barc). 2010;72:285..[Consultado 19 de mayo de 2025] Disponible en:<https://www.analesdepediatria.org/es-linkresolver-conferencia-consenso-sobre-bronquiolitis-aguda-S1695403310000767>

46. Gadomski AM. Bronchodilators for bronchiolitis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;2014(6):CD001266. doi:10.1002/14651858.CD001266.pub4.[Consultado 19 de mayo de 2025] Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD001266.pub4/full>

47. Servicio Vasco de Salud. Tratamiento de la bronquiolitis aguda. INFAC. 2011;19(7):1–12 [Consultado 20 de mayo de 2025] Disponible en: https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/cevime_infac_2011/es_def/adjuntos/INFAC_v19_n7.pdf

- 48.** Valverde Molina J, Escribano Montaner A. Tratamiento de la bronquiolitis: uso de adrenalina nebulizada. *An Pediatr (Barc)*. 2005;62(2):179–181. doi:10.1157/13071320.[Consultado 23 de mayo de 2025] Disponible en:<https://www.analesdepediatria.org/es-tratamiento-bronquiolitis-uso-adrenalina-nebulizada-articulo-13071320>
- 49.** Alarcón-Andrade G, Cifuentes L; proyecto Epistemonikos. ¿Deben utilizarse corticoides sistémicos en la bronquiolitis? *Medwave*. 2018 May-Jun;18(2):e7206.[Consultado 23 de mayo de 2025] Disponible en:<https://www.medwave.cl/medios///medwave/Mayo-Junio2018/PDF/medwave-2018-02-7206.pdf>
- 50.** Garrison MM, Christakis DA, Harvey E, Cummings P, Davis RL. Systemic corticosteroids in infant bronchiolitis: a meta-analysis. *Pediatrics*. 2000;105:e44. En niños hospitalizados por bronquiolitis, los corticoides administrados por vía sistémica producen una “mejoría clínicamente poco relevante de la sintomatología respiratoria” [Consultado 24 de mayo de 2025] Disponible en:https://www.aepap.org/sites/default/files/corticoides_sistemicos_y_bronquiolitis_avc10.pdf
- 51.** Vizueta Bustamante MC, Torres Espinosa JJ, Melo Segovia JA, Tipantiza Conde EB. Diagnóstico y tratamiento de bronquiolitis en población pediátrica, un artículo de revisión. *Polo del Conocimiento* [Internet]. 2024 Jun 12 [Consultado 24 de mayo de 2025] Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7367/pdf>
- 52.** Rodríguez Paz NA. Evidencia científica y recomendaciones sobre el manejo de la bronquiolitis en pediatría. *Acta Pediatr Hondur*. 2021;12(1):1237–1240.[Consultado 25 de mayo de 2025] Disponible en:<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1381266>

- 53.** Ukkonen R-M, Renko M, Kuitunen I. Azithromycin for acute bronchiolitis and wheezing episodes in children – a systematic review with meta-analysis. *Pediatr Res.* 2024;95(6):1441–1447.[Consultado 25 de mayo de 2025] Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41390-023-02953-z>
- 54.** Plint AC, Johnson DW, Patel H, Wiebe N, Correll R, Brant R, et al. Epinephrine and dexamethasone in children with bronchiolitis. *N Engl J Med.* 2009 May 14;360(20):2079–2089.[Consultado 27 de mayo de 2025] Disponible en: [https://www.jacionline.org/article/S0091-6749\(09\)01473-0/fulltext](https://www.jacionline.org/article/S0091-6749(09)01473-0/fulltext)
- 55.** Moreno-Bermejo I, Martín-Casas P, Martín-Nieto A, Bravo-Llatas C, Atín-Arratibel MA. Effectiveness of respiratory physiotherapy combined with postural education in children with chronic neurological diseases. *Anales Sis San Navarra [Internet].* [Consultado 27 de mayo de 2025] Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1137-66272021000300427&script=sci_arttext&tlng=pt
- 56.** Fisioterapia respiratoria en el tratamiento de niños con infecciones respiratorias agudas bajas. *Archivos de Pediatría del Uruguay [Internet].*[Consultado 27 de mayo de 2025] Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-12492020000700038&script=sci_arttext
- 57.** Cahill AA. Mejorando la atención basada en la evidencia en bronquiolitis. *Current Opinion in Pediatrics [Internet].* 2018 [Consultado el 27 de mayo de 2025] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S152284011830003X?via%3Dihub>
- 58.** Cochrane Database of Systematic Reviews. Fisioterapia respiratoria para la bronquiolitis aguda en pacientes pediátricos [Internet]. 2023 [Consultado el 27 de mayo 2025]. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004873.pub6/full>

- 59.** Cerdán S. Factores asociados con hospitalización prolongada en lactantes con bronquiolitis moderada. Rev Cubana Pediatr [Internet]. [Consultado 28 de mayo de 2025] Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75312022000100006&script=sci_abstract&tIng=pt
- 60.** Pediatría Integral. Vol. XX, Núm. 1, ene-feb 2016 [Internet]. Pediatría Integral; 2016 [Consultado 28 de mayo de 2025] Disponible en: https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2016/03/Pediatrica-Integral-XX-1_WEB.pdf#page=30
- 61.** Emergencias Pediátricas. Vol. 1, N. 2, mayo - agosto 2022 [Internet]. Revista Emergencias Pediátricas; 2022 [Consultado 28 de mayo de 2025] Disponible en: https://seup.org/pdf_public/Revista_EP/EP_1_2_2022.pdf#page=25
- 62.** Chiappero GR, Ríos F, Setten M, editores. Ventilación mecánica. Libro del Comité de Neumonología Crítica de la SATI. 3.^a ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2018. [Consultado 12 de junio de 2025]
- 63.** Rialp Cervera G, del Castillo Blanco A, Pérez Aizcorreta O, Parra Morais L; por el Grupo de Trabajo IRA de la SEMICYUC. Ventilación mecánica no invasiva en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y en el edema agudo de pulmón cardiogénico [Internet]. Med Intensiva. 2012 [Consultado 14 de junio de 2025] Disponible en: <https://www.medintensiva.org/es-ventilacion-mecanica-no-invasiva-enfermedad-articulo-S0210569112003038>
- 64.** Siaba Serrante A, Monteverde E, Potera RM. Ventilación mecánica en pediatría: manual del curso de ventilación mecánica en pediatría. 2.^a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Médica Panamericana; 2021. [Consultado 14 de junio de 2025]
- 65.** Prado FA, Salinas F, Pizarro T, Campos O, Zenteno A. Asistencia ventilatoria no invasiva en pediatría [Internet]. Revista Chilena de Pediatría. 2008 Dec;79(6):580–

592.[Consultado 20 de junio de 2025] Disponible en:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062008000600002

66. Del Castillo Otero D, Cabrera Galán C, Arenas Gordillo M, Valenzuela Mateos F. Ventilación mecánica no invasiva [Internet]. 2008 [Consultado el 20 de junio de 2025]. Disponible en:https://www.neumosur.net/files/ebooks/EB04-13_VMNI.pdf

67. Carrillo Guerrero MG, Villarreal Huato DJ. Sumario de las recomendaciones del Consenso de las Sociedades Científicas Españolas para la utilización de la ventilación no invasiva y terapia de alto flujo en adultos y niños con insuficiencia respiratoria aguda grave. *MetroCiencia* [Internet]. 2023 [Consultado el 20 de junio de 2025]; Disponible en:
<https://mail.revistametrociencia.com.ec/index.php/revista/article/view/642>

68. Martín Torres F, Medina Villanueva A, Pons Odena M. Protocolo de ventilación no invasiva neonatal: cuidado con recomendar presiones demasiado bajas. *An Pediatr (Barc)* [Internet]. 2008 [Consultado el 20 de junio de 2025]; Disponible en:
<https://analesdepediatria.org/es-protocolo-ventilacion-no-invasiva-neonatal-articulo-S1695403308752433>

69. Ramaswamy VV, Devi R, Kumar G. Non-invasive ventilation in neonates: a review of current literature [Internet]. *Frontiers in Pediatrics*. 2023 [Consultado 20 de junio de 2025] Disponible en:
<https://www.frontiersin.org/journals/pediatrics/articles/10.3389/fped.2023.1248836/full#B35>

70. Prakash A, McGuire W. Máscaras frente a cánulas nasales como interfaces para la presión positiva continua en la vía aérea en recién nacidos prematuros. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2022 [Consultado el 20 de junio de 2025]; Disponible en:
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD015129/full>

71. Pérez González S, Mayordomo Colunga J, Rey Galán C, Martín Abad M, Medina Villanueva A, Vázquez Álvarez ML. Montaje y manejo del sistema helmet-CPAP en lactantes y niños con insuficiencia respiratoria aguda [Internet]. Enfermería Intensiva. 2011 [Consultado 25 de junio de 2025] Disponible en:<https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-articulo-montaje-manejo-del-sistema-helmet-cpap-S1130239910001021>

72. Medina A, Alvarez Fernández P, Rey Galán C, Álvarez Mendiola P, Álvarez Blanco S, Vivanco Allende A. Confort y nivel de ruido en ventilación no invasiva con interfase helmet en lactantes. An Pediatr (Barc). 2015;83(4):272–276.[Consultado 27 de junio de 2025] Disponible en: <https://www.analesdepediatria.org/es-confort-nivel-ruido-ventilacion-no-articulo-S1695403315000703>

73. Cinesi Gómez C. Indicaciones y Contraindicaciones en ventilación mecánica no invasiva. [S.l.]: Grupo VMNI; 2013.[Consultado 27 de junio de 2025] Disponible en:https://vmni.eventosenplural.com/wp-content/uploads/GRUPO-VMNI-Indicaciones_y_Contraindicaciones_2013.pdf

74. Martí Pons Ò. Ventilación no invasiva en niños. An Pediatr Contin. 2008;6(6):330-338.[Consultado 28 de junio de 2025] Disponible en:<https://www.elsevier.es/es-revista-anales-pediatria-continuada-51-articulo-ventilacion-no-invasiva-ninos-S1696281808755987>

75. UNICEF. Guía técnica de manejo de la presión positiva continua (CPAP) [Internet]. Paraguay: UNICEF; disponible en: UNICEF [Consultado 28 de junio de 2025] Disponible en:<https://www.unicef.org/paraguay/media/2061/file/guia-cpap.pdf#page=13.07>

76. Rodríguez AME. Cuidados de enfermería en ventilación mecánica no invasiva [Internet]. 2008 [Consultado el 20 de junio de 2025]. Disponible en: https://www.revistaseden.org/boletin/files/2983_cuidados_de_enfermeria_en_la_ventilacion_mecanica_no_invasiva.pdf

- 77.** Álvarez Alonso G. Cuidados de enfermería en la ventilación mecánica no invasiva en pediatría [Internet]. 2023 [Consultado el 20 de junio de 2025]. Disponible en: <https://convencioncalixto.sld.cu/index.php/calixto/2023/paper/viewPaper/8>
- 78.** Esquinas AM. Practice of humidification during noninvasive mechanical ventilation (NIV): determinants of humidification strategies. In: Humidification in the Intensive Care Unit. Berlin: Springer-Verlag; 2012.[Consultado 20 Julio de 2025] Disponible en:https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7123845/#Sec2_11
- 79.** Re R, Lassola S, De Rosa S, Bellani G. Humidificación durante la ventilación invasiva y no invasiva: Un kit de herramientas de inicio para una correcta configuración. Med Sci (Basilea) [Internet]. 2024;12(2):26. [Consultado 25 Julio de 2025]Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/medsci12020026>
- 80.** Del Castillo-Otero D, Cortés Caballero A, García Cuesta A, de la Cruz Castro NP. Ventilación mecánica no invasiva (VNI) en pacientes agudos y crónicos. En: Manual de diagnóstico y terapéutica en neumología. 3.^a ed [Consultado de 25 Julio 2025]Disponible en:https://www.neumosur.net/files/publicaciones/ebook/14-VNI-Neumologia-3_ed.pdf
- 81.** Betancourt-Reyes GL, de Jesús Betancourt-Betancourt G. El debate actual sobre el empleo de la ventilación mecánica no invasiva. Rev médica electrón [Internet]. 2024 [Consultado 27 Julio de 2025] Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=115177>
- 82.** Carron M, Freo U, BaHammam AS, Dellweg D, Guarracino F, Cosentini R, et al. Complications of non-invasive ventilation techniques: a comprehensive qualitative review of randomized trials. Br J Anaesth [Internet]. 2013 [Consultado 03 Agosto de 2025]Disponible en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007091217538519>

- 83.** Mayordomo-Colunga J, Medina A, Rey C, Los Arcos M, Concha A, Menéndez S. Predictores de éxito y de fracaso en la ventilación no invasiva en la bronquiolitis aguda. *An Pediatr (Barc)* [Internet]. 2009 [Consultado 05 Agosto de 2025] Disponible en:<https://www.analesdepediatria.org/es-predictores-exito-fracaso-ventilacion-no-articulo-S1695403308000271>
- 84.** Vivanco Allende A, Medina Villanueva A, Mayordomo Colunga J. Ventilación no invasiva en Pediatría. *BOL-PEDIATR*. 2012 [Consultado 05 Agosto de 2025] Disponible en:<https://www.enfermeriaaps.com/portal/wp-content/uploads/2017/03/Ventilaci%C3%B3n-no-invasiva-en-Pediatr%C3%ADa-BOL-PEDIATR-2012.pdf>
- 85.** Simonassi JI, Canzobre MT, Ricciardelli M. Factores de riesgo de fracaso de la ventilación mecánica no invasiva binivelada en pacientes pediátricos menores de un año con falla respiratoria aguda hipoxémica. *Rev Arg de Ter Int* [Internet] . 12 de enero de 2024 [Consultado 10 Agosto de 2025] Disponible en: <https://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/view/899/1071>
- 86.** Carbonell-Estrany X, Simões EAF, Bont L, Manzoni P, Zar HJ, Greenough A, et al. Veinticinco años de palivizumab: una revisión histórica global de su impacto en la carga de enfermedad por virus respiratorio sincitial en niños. *Expert Rev Anti Infect Ther* [Internet]. 2025 [Consultado de 13 Agosto 2025] Disponible en: <https://andespediatria.cl/index.php/rchped/article/view/1834>
- 87.** Carbonell-Estrany X. Veinticinco años de palivizumab: una revisión histórica global de su impacto en la carga de la enfermedad por virus sincitial respiratorio en niños. *Expert Rev Respir Med* [Internet]. 2025 [Consultado el 13 de Agosto de 2025]; Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14787210.2025.2481908#abstract>
- 88.** Martínez MLJ. Palivizumab en la prevención de infección por virus respiratorio sincitial [Internet]. *Rev Chil Pediatr*. 2002 ene;73(1):9-14. [Consultado 13 Agosto de

2025] Disponible en:https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062002000100003

89. Minsal (Subsecretaría de Salud Pública). Orientación Técnica para el manejo clínico de la bronquiolitis (primer episodio obstructivo en menores de 5 años) [Internet]. Santiago: Ministerio de Salud (Chile); noviembre 2024 [Consultado 18 Agosto de 2025] Disponible en: https://uchile.cl/dam/jcr:85b6d822-d8d0-41d1-bcc3-c9168716abfe/Orientacion-Tecnica-Bronquiolitis_v1_IRA_menores_5.pdf

90. Morosini F, González M, González M, et al. Ventilación no invasiva y oxigenoterapia de alto flujo en niños en salas de cuidados moderados. Experiencia en la Unidad de Cuidados Respiratorios Especiales Agudos del Hospital Pereira Rossell. *Arch Pediatr Urug* [Internet]. 2018 [Consultado el 18 de Agosto de 2025]; Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-12492018000200078

91. Vitaliti G, Vitaliti MC, Finocchiaro MC, Di Stefano VA, Pavone P, Martin N, et al. Randomized comparison of helmet CPAP versus high-flow nasal cannula oxygen in pediatric respiratory distress. *Respir Care* [Internet]. 2017[Consultado 18 Agosto de 2025] Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.4187/respcare.05384>

92. Sarkar M, Sinha R, Roychowdhury S, Mukhopadhyay S, Ghosh P, Dutta K, et al. Comparative study between noninvasive continuous positive airway pressure and hot humidified high-flow nasal cannulae as a mode of respiratory support in infants with acute bronchiolitis in Pediatric Intensive Care Unit of a tertiary care hospital. *Indian J Crit Care Med* [Internet]. 2018;22(2):85–90.[Consultado 19 Agosto de 2025] Disponible en:https://www.ijccm.org/doi/pdf/10.4103/ijccm.IJCCM_274_17

93. Pedersen MB, Vahlkvist S. Comparison of CPAP and HFNC in Management of Bronchiolitis in Infants and Young Children. *Children*. 2017 [Consultado 19 Agosto de 2025] Disponible en:<https://www.mdpi.com/2227-9067/4/4/28>

- 94.** Liu C, Cheng WY, Li JS, Tang T, Tan PL, Yang L. High-flow nasal cannula vs. Continuous positive airway pressure therapy for the treatment of children <2 years with mild to moderate respiratory failure due to pneumonia. *Front Pediatr* [Internet] [Consultado de 20 Agosto 2025] Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/pediatrics/articles/10.3389/fped.2020.590906/full>
- 95.** Kadafi KT, Yuliarto S, Mónica C, Susanto WP. Revisión clínica de la cánula nasal de alto flujo y la presión positiva continua en las vías respiratorias en la dificultad respiratoria aguda pediátrica. *An Med Cirug.* 2022[Consultado 20 Agosto de 2025] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2049080121011304#bib14>