

# Propuesta de Aplicación de un Protocolo Basado en la Evidencia de la Ventilación Mecánica no Invasiva en el Paciente Crítico.

## Proposed Implementation of a Protocol Based on the Evidence of Noninvasive Mechanical Ventilation in Critical Children.

José Tantaleán Da Fieno<sup>1</sup>, Raúl Rojas Galarza<sup>2</sup>, Christian Aburto Torres<sup>3</sup>, Rubén Arones Rojas<sup>4</sup>, Guillermo Bernaola Aponte<sup>5</sup>, Carlos Gonzales Saravia<sup>2</sup>, Raffo Escalante Kanashiro<sup>3</sup>, Pamela Muñoz Huerta<sup>6</sup>, Diana Poma Quispe<sup>3</sup>, Gabriela Mallma Arrescurrenaga<sup>7</sup>, Rosa Weiss Sosa<sup>8</sup>.

### RESUMEN

La Ventilación Mecánica No Invasiva (VMNI) es una estrategia utilizada en la atención de pacientes que requieren soporte ventilatorio, que ha venido ganando aceptación. El sistema de salud nacional presenta una demanda creciente de niños que requieren este soporte.

**Objetivo:** Normar la aplicación y vigilancia de la VMNI en un establecimiento de salud de nivel terciario.

**Materiales y Métodos:** Se evaluaron los estudios y documentos consultados según la escala de valoración de la evidencia y gradación de las recomendaciones recomendada por la Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) y se plasmaron en el protocolo propuesto. Se plantearon las siguientes interrogantes: 1) ¿Cuáles son las modalidades de VMNI empleadas en pediatría?; 2) ¿Cuáles son las indicaciones clínicas y/o de laboratorio para iniciar la VMNI?; 3) ¿Cuáles son las indicaciones clínicas y/o de laboratorio para iniciar la VMNI en los Servicios de Emergencia, Hospitalización y la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos?; 4) ¿Durante qué tiempo y cuál es el intervalo para monitorizar si la VMNI está resultando como alternativa terapéutica?; 5) ¿Cuáles son las complicaciones de la VMNI?; 6) ¿Cuáles son los mejores predictores de éxito y de fracaso de la aplicación de la VMNI?; 7) ¿Cuáles son los mejores indicadores para monitorizar el empleo de VMNI?; 8) ¿Cuál es la conducta a seguir frente al fracaso de la VMNI?; 9) ¿Qué personal está calificado para la aplicación de la VMNI?; 10) ¿Qué personal y material es requerido para la aplicación de la VMNI?; 11) ¿Cuál es la secuencia recomendada para la aplicación de la VMNI de inicio?

**Resultados:** Se desarrolla el protocolo y se presentan las recomendaciones graduadas según nivel de evidencia incluyendo el algoritmo y definiciones.

**Conclusión:** Se presenta un protocolo de manejo de la ventilación mecánica no invasiva en niños, basado en la mejor evidencia disponible.

**Palabras Clave:** Ventilación mecánica no invasiva, protocolo, niños.

### SUMMARY

Noninvasive mechanical ventilation (NIV) is used for patients who require ventilator support, and is increasingly used. At national health system, the demand for this kind of support is increasing.

**Objective:** To establish norms for application and surveillance of NIV in a tertiary health care level hospital.

**Materials and Methods:** Studies and documents retrieved were evaluated according to the evidence evaluation scale and graduation of recommendations postulated by the Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN); after that, the protocol was developed. We developed answers to the following questions: 1) What types

1. Médico—Pediatra Intensivista. Jefe de Departamento de Emergencia y Áreas Críticas del Instituto Nacional de Salud del Niño. Lima—Perú. correo electrónico: tantaleanjose@hotmail.com

2. Médico – Pediatra del Instituto Nacional de Salud del Niño. Lima – Perú.

3. Médico – Pediatra Intensivista del Instituto Nacional de Salud del Niño. Lima – Perú.

4. Médico – Pediatra del Servicio de Emergencias del Instituto Nacional de Salud del Niño. Lima – Perú.

5. Médico – Neumólogo Pediatra del Hospital III Suárez, Angamos. EsSalud. Lima – Perú.

6. Médico – Neurólogo Pediatra del Instituto Nacional de Salud del Niño. Lima – Perú.

7. Terapeuta Respiratorio de la Unidad de Cuidados Intensivos del Instituto Nacional de Salud del Niño. Lima – Perú.

8. Enfermera Pediátrica del Instituto Nacional de Salud del Niño. Lima – Perú.

Declaratoria de conflicto de intereses: Los autores del presente protocolo declaran no tener ningún conflicto de interés en el desarrollo y revisión del mismo.

Recibido: 26 de Marzo del 2014.

Aceptado: 18 de Junio del 2014.

of NIV are used in children?; 2) Which are the clinical or laboratory indications to start NIV?; 3) Which are the clinical or laboratory indications to start NIV in the PICU, emergency room or guards?; 4) How long and how often should NIV be monitored to evaluate its efficacy?; 5) What are the possible complications of NIV? 6) Which are the best predictors for success or failure of NIV? 7) Which are the best indicators to evaluate NIV?; 8) Which one steps should we follow in case of failure of the NIV?; 9) Who are the people qualified for application of NIV?; 10) What kind of people and

supplements are needed for NIV?; 11) What is the recommended sequence for NIV application?

**Results:** The protocol was developed and graduated recommendations are presented according to their level of evidence, including an algorithm and definitions.

**Conclusion:** A protocol for management of noninvasive ventilation in children, based to the best evidence available, is presented.

**Key Words:** Noninvasive mechanical ventilation, protocol, children.

## INTRODUCCIÓN

La Ventilación Mecánica No Invasiva (VMNI) se refiere a la aplicación de apoyo ventilatorio a través de la vía aérea superior del paciente usando una interfase (nasal, máscara oronasal, facial o casco cefálico). Esta técnica se distingue de aquella en la cual se evita la vía aérea superior con un tubo traqueal, máscara laríngea o traqueostomía, considerada invasiva.<sup>(1)</sup>

Usualmente, la VMNI se aplica a pacientes con enfermedad pulmonar y enfermedad neuromuscular de grado variable, en quienes la falla respiratoria es una complicación, algunas veces inevitable.<sup>(2)</sup>

Desde la década de 1940, la VMNI ha evolucionado en paralelo con la ventilación mecánica invasiva en el cuidado de los pacientes con Insuficiencia Respiratoria Aguda (IRA). Una de las principales razones del uso cotidiano sostenido de la VMNI en los últimos 20 años en pediatría, es el incremento en las publicaciones que sobre el tema se han divulgado de diferentes poblaciones y contextos clínicos de aplicación. Aunque no reflejen con exactitud la realidad del empleo de la VMNI hasta la década del 2000, numerosos reportes de la VMNI en contextos de cuidados críticos, indican que actualmente está ampliamente disponible y se utiliza de forma rutinaria por un número creciente de médicos.<sup>(3)</sup>

Un estudio retrospectivo en EE. UU. (2003 -2004) describió que la adición de BiPAP (Presión Positiva en la Vía Aérea en Bi-Nivel, de sus siglas en inglés) en el tratamiento del estado asmático refractario al tratamiento convencional en pediatría, era seguro y bien tolerado.<sup>(4)</sup>

Un estudio prospectivo (Latinoamérica, España y Portugal, 2007 – 2008) en la temporada de infecciones agudas de las vías aéreas inferiores,

describió que uno de cada dos niños ingresados en UCIP requiere ventilación mecánica. La IRA fue la razón más común para la ventilación mecánica. La prueba de respiración espontánea fue el método más utilizado para el retiro de la ventilación mecánica. La VMNI se usó en el 15% de los pacientes.<sup>(5)</sup>

Otro estudio prospectivo en Latinoamérica (Argentina, 2008) describió que la VMNI mejora la hipoxemia y los signos y síntomas de la IRA. La VMNI pareció ofrecer a estos pacientes, protección contra la intubación endotraqueal.<sup>(6)</sup>

En el Perú, no se recuperaron reportes oficiales sobre el empleo de la VMNI.

Existen diversas modalidades de VMNI: CPAP (*Continuous Positive Airway Pressure* o Presión Positiva Continua en la Vía aérea, en el cual se genera un nivel de presión positiva en la vía aérea mediante un flujo continuo, siendo la respiración del paciente espontánea), BiPAP (*Biphasic Positive Airway Pressure* o Presión Positiva en la Vía aérea en Bi-Nivel, modalidad de presión producida mediante una turbina que administra dos niveles de presión: IPAP durante la inspiración y EPAP durante la espiración; permite la sincronización con la respiración espontánea del paciente mediante un *trigger* de flujo muy sensible, así como la compensación de las fugas alrededor de la mascarilla) y ventilación asistida proporcional (Modalidad asistida en la que se programa una proporción de ayuda al esfuerzo inspiratorio del paciente; de esta manera, el paciente recibe una presión de soporte proporcional a sus necesidades en cada ciclo respiratorio).<sup>(7)</sup>

Desde la década de los noventa, la idea de sistematizar el apoyo a la práctica clínica, comienza a tener auge.<sup>(8)</sup> Se inició con el CÓMO

(qué herramientas emplear), CUÁNDO (en qué circunstancias), QUIÉN (qué áreas)<sup>(9)</sup> y cómo estos conceptos ayudaban en la práctica médica general.<sup>(10)</sup>

La pregunta que con esta última información aparece en el trabajo médico diario es ¿Por qué un documento de cuidados críticos basado en la evidencia? Porque desde hace más de una década, existe evidencia que las prácticas basadas en la evidencia, agrupadas en un protocolo, mejoran el resultado de la atención del paciente. Estos protocolos son “fáciles de desarrollar, implementar y auditar, y da a los proveedores de los cuidados de la salud, un método práctico para la aplicación de la práctica basada en la evidencia”.<sup>(11)</sup>

Actualmente existen diversos instrumentos que proporcionan las bases para el desarrollo de este tipo de documentos.<sup>(12,13,14)</sup>

El Instituto Nacional de Salud del Niño (INSN) es una institución de nivel III-2, que recibe pacientes referidos de todos los Hospitales del país. En los últimos años, y a consecuencia de la mayor y más prolongada sobrevida de pacientes con patologías previamente letales, el INSN ha recibido un número creciente de niños con condiciones crónicas complejas e insuficiencia respiratoria actual o inminente, lo que ha generado dificultades en su atención debido a una demanda de equipos de VM mayor a la prevista. Asimismo, el INSN actualmente recibe con mayor frecuencia pacientes en mayor grado de severidad, muchos de los cuales requieren la aplicación de un VM.

En este escenario, y siendo la VMNI una estrategia probada tanto para pacientes agudos como para crónicos y crónicos agudizados, se realizó el presente trabajo, el que representa una propuesta de atención de VMNI en los niños hospitalizados en el INSN que requieran soporte ventilatorio, la que a su vez pueda constituir una guía para el desarrollo de protocolos similares o diferentes temas, en otras instituciones.

## OBJETIVOS

### GENERAL:

Normar la aplicación y vigilancia de la VMNI.

### ESPECÍFICOS DEL PROCESO:

- Establecer el uso apropiado y seguro de la VMNI.
- Disminuir la variabilidad en la indicación y aplicación de la VMNI.
- Disminuir la tasa de empleo de ventilación

mecánica invasiva (VMI).

- Disminuir la tasa de fracasos de retiro de VMI.
- Disminuir el tiempo de estancia hospitalaria en pacientes con VMI.
- Disminuir la tasa de infección intrahospitalaria en pacientes con VMI.
- Elaborar e implementar un protocolo de aplicación de VMNI.
- Implementar un registro de pacientes usuarios de la VMNI.
- Analizar trimestralmente el registro para mejorar la aplicación de la VMNI.

### ESPECÍFICOS DEL PACIENTE:

- Aumentar la ventilación alveolar.
- Mejorar la oxigenación arterial.
- Disminuir el trabajo respiratorio.
- Prevenir las complicaciones.

## PERSONAL A QUIENES VA DIRIGIDO:

### ALCANCE

Personal Profesional y no profesional que atienden pacientes en los siguientes Servicios:

- Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.
- Emergencia Pediátrica.
- Neumología Pediátrica.
- Neurología Pediátrica.
- Medicina Pediátrica.
- Otros servicios que brinden los cuidados especiales al paciente en VMNI.

## POBLACIÓN DIANA / EXCEPCIONES<sup>(7,15,16,17,18)</sup>

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN(3)[D]:

La aplicación de la VMNI bajo este protocolo, incluye a los pacientes que presenten las siguientes patologías (que conducen a la IRA, pero no de manera exclusiva), condición hemodinámica o característica(3):

- Edad de 2 meses a 17 años.
- Neumonía.
- Edema pulmonar.
- Atelectasias.
- Fibrosis Quística.
- Asma.
- Enfermedades neurológicas y musculares (Atrofia Muscular Espinal, Distrofia muscular de Duchenne, lesión de la médula espinal).
- Obstrucción de la vía aérea (incluido laringotraqueomalacia).
- Atelectasias postextubación.
- Insuficiencia respiratoria aguda inminente de cualquier etiología.

- Insuficiencia respiratoria crónica – reagudizada.
- Previo a la aplicación de la intubación traqueal, en pacientes seleccionados.
- En pacientes NO CANDIDATOS para la intubación traqueal o cuando la familia o el paciente la rechazan.<sup>(18)</sup>

### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN(3)[D]:

La aplicación de la VMNI no incluye a los pacientes con las siguientes patologías o estados hemodinámicos:

- Inestabilidad Hemodinámica.
- Compromiso del estado mental (excepto el debido a retención de CO<sub>2</sub>).
- Compromiso bulbar moderado a severo.
- Incapacidad para manejar las secreciones orales.
- Incapacidad para tolerar la máscara nasal o facial.
- Hipoxemia refractaria.
- Malformaciones o traumatismos craneofaciales severos.
- Neumotórax.
- Sangrado gastrointestinal alto.
- Cirugía.
- Indicación de intubación:
  - Acidosis respiratoria por pH <7,25.
  - SaO<sub>2</sub> <90% con FiO<sub>2</sub> >0,6 o Pa/FiO<sub>2</sub> <100.
  - Vía aérea inestable.

### METODOLOGÍA

En la elaboración del presente Protocolo se consultaron adicionalmente, el Dynamed “Noninvasive positive pressure ventilation in infants and children”<sup>(19)</sup> y el “Manual de Elaboración de Protocolos”<sup>(20)</sup> para guiar el proceso metodológico y de búsqueda bibliográfica; se plantearon los objetivos y se solicitó la opinión del personal asistencial sobre los pasos (actividades) realizadas en el proceso de aplicación de la VMNI.

Con base en lo planteado, se elaboraron las preguntas PICO y se realizó la búsqueda de la evidencia en PubMed, Tripdatabase y Lilacs con los términos: “ventilation”, “non invasive”, “children”. El periodo de búsqueda se realizó del 04 al 18 de marzo del 2013; no se planteó límite idiomático, de tipo de estudio ni de antigüedad de la publicación. El total de la evidencia fue evaluado según la escala de valoración de la evidencia y gradación de las recomendaciones recomendada por la *Scottish Intercollegiate Guidelines Network*

(SIGN), distribuido entre los integrantes del grupo de elaboración del protocolo.<sup>(21)</sup>

### ¿Cuáles son las modalidades de VMNI empleadas en Pediatría?<sup>(7,19)</sup>

**Existen diversas modalidades de ventilación no invasiva: CPAP, BiPAP, Ventilación Asistida Proporcional y Cánula Nasal de alto flujo(3)[D].**

#### CPAP

Se genera un nivel de presión positiva en la vía aérea mediante un flujo continuo. Su utilidad está casi limitada a pacientes prematuros, lactantes con bronquiolitis y en el edema pulmonar cardiogénico. También se utiliza en niños con síndrome de apnea obstructiva. Se puede administrar mediante un tubo nasofaríngeo conectado a respirador convencional, o mediante un flujo continuo a través de cánulas nasales sujetas con arnés (conocida como “*Infant flow system*”)(3).<sup>(7)</sup>

#### BiPAP

Modalidad de presión producida mediante una turbina que administra dos niveles de presión (IPAP durante la inspiración y EPAP durante la espiración) y que permite la sincronización con la respiración espontánea del paciente mediante un *trigger* o “gatillo” de flujo muy sensible, así como la compensación de las fugas alrededor de la mascarilla. Es la modalidad de uso más generalizada para todo tipo de pacientes y situaciones clínicas(3).<sup>(7)</sup>

Puede ser usado en varios “modos”:

*Modo Asistido Espontáneo* (solo apoyo de presión). El paciente puede iniciar el “apoyo respiratorio” al generar esfuerzo para respirar.

*Modo espontáneo/sincronizado (S/T)*. Proporciona una combinación de respiración mecánica de respaldo (respiración mandatoria asincrónica intermitente) más apoyo de respiraciones espontáneas (respiración asistida provocada espontáneamente). En esta modalidad se suministrara IPAP cuando su frecuencia respiratoria sea inferior a la prefijada.

*Modo Sincrónico (T)*. Proporciona respiraciones mandatorias asincrónicas sin opción de respiraciones asistidas provocadas espontáneamente.

*Modo de Presión Control (PC)*. Permite la simulación de la ventilación limitada por presión

y ciclada por tiempo; el paciente puede respirar de forma espontánea en todo momento, pero el número de respiraciones mandatorias está especificado.

### **Ventilación Asistida Proporcional**

Modalidad asistida en la que se programa una proporción de ayuda al esfuerzo inspiratorio del paciente; de esta manera, el paciente recibe una presión de soporte proporcional a sus necesidades en cada ciclo respiratorio. La ventilación asistida proporcional es la modalidad ventilatoria más moderna, recientemente incorporada en adultos con buenos resultados(3).(7)

### **Cánula Nasal de alto flujo**

Entrega de alta tasa de flujo de gas a través de cánula binasal. El incremento del flujo de gas produce una presión de distensión continua. Los usos clínicos pueden incluir tratamiento primario para el síndrome de dificultad respiratoria. No existe evidencia actual para su uso en: Apnea del prematuro, destete de CPAP nasal y prevención de fracaso de la extubación(3).(19)

### **¿Cuáles son las indicaciones clínicas y/o de laboratorio para iniciar la VMNI?**(19,22,23,24,25)

**La condición básica para usar VMNI es que el paciente debe presentar esfuerzo respiratorio (3)[D]. Las indicaciones en enfermedades crónicas están más aceptadas y mejor estudiadas que en las enfermedades agudas, en la edad pediátrica (3)[D].**(22) Las enfermedades que probablemente están asociadas a beneficio de la aplicación de la VMNI son:

#### **a) Insuficiencia Respiratoria Crónica(3):**

- Enfermedades del sistema nervioso central con alteración del centro respiratorio:
  - Congénitas (ej. malformaciones del SNC, Arnold-Chiari, siringomielia, y otros).
  - Adquiridas (ej. tumores cerebrales, malformaciones vasculares y otros).
  - Mielomeningocele.
- Trastornos respiratorios durante el sueño:
  - SAHS (síndrome de apnea-hipopnea del sueño).
  - Hipoventilación alveolar central secundaria (ej. Síndrome Pickwick, obesidad mórbida).
  - Síndrome de Prader-Willi, síndrome de Williams y otros.

- Anormalidad de la caja torácica y de la columna vertebral:
  - Ecoliosis juvenil idiopática y progresiva.
  - Formas leves de distrofia torácica asfixiante.
  - Acondroplasia.
  - Cifoescoliosis.
  - Osteogénesis imperfecta.
- Enfermedades neuromusculares con afectación de los músculos respiratorios:
  - Enfermedades de la segunda motoneurona (ej. atrofia muscular espinal y otras).
  - Síndrome de Guillain-Barre.
  - Enfermedades o daño del nervio frénico (Charcot-Marie-Tooth, iatrogenia).
  - Miastenia Gravis y otros síndromes miasténicos congénitos.
  - Miopatías (ej. congénitas, inflamatorias, enfermedades de depósito y otras).
  - Distrofias musculares.
  - Distrofia miotónica.
  - Secuelas de lesiones traumáticas de la medula espinal.
  - Miopatía nemalínica.
- Desordenes de hipoventilación obesa:
  - Obesidad mórbida con Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño.
- Síndrome superpuestos (Obstrucción de las vías aéreas superiores y disfunción restrictiva pulmonar).
  - Espina bífida (complicaciones pulmonares – Malformación de Arnold-Chiari, disfunción pulmonar restrictiva, Obstrucción de la vía aérea superior).
  - Parálisis Cerebral (dístonia laríngea y disfunción pulmonar restrictiva).
- Obstrucción Crónica de la vía aérea superior:
  - Síndrome de apnea obstructiva complicada por hipercarbia.
  - Síndrome de Down (hipoplasia maxilar, macroglosia).
  - Síndrome Craniofacial con hipoplasia mandibular o de la línea media.
  - Síndrome de Pierre-Robin (y otras micrognatias).
- Enfermedades respiratorias del tracto inferior y del parénquima:
  - Displasia broncopulmonar.
  - Fibrosis quística avanzada complicada

- por hipercarbia.
- Enfermedades fibrosantes pulmonares.
- Traqueomalacia.

b) Insuficiencia Respiratoria Aguda(3):

- Tipo I:
  - Neumonía.
  - Edema agudo de pulmón.
  - Traumatismo torácico.
  - Síndrome dificultad respiratoria aguda.
  - Bronquiolitis severa.
- Tipo II:
  - Bronquiolitis severa.
  - Estado asmático y otros estadios de la enfermedad.
  - Apneas obstructivas.
  - Apneas centrales.
  - Obstrucción de vía aérea superior (ej. laringitis, laringotraqueitis, etc.).
  - Enfermedades neuromusculares.
  - Distrofia Muscular de Duchenne.
  - Atrofia Muscular Espinal.
  - Síndrome deGuillain-Barre.
  - Fibrosis Quística.
  - Miastenia Gravis.
- Otras situaciones:
  - Insuficiencia respiratoria en el postoperatorio (escoliosis, cirugía cardiaca, apnea post adenoamigdalectomía).
  - Complicaciones pulmonares de la anemia de células falciformes.
  - Extubación temprana o fracaso de la misma.
  - Apoyo en procedimientos con sedación.
  - Insuficiencia respiratoria grave en enfermedad terminal (indicación paliativa).
  - Exacerbaciones agudas de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
  - Insuficiencia respiratoria en el postoperatorio.
  - Pacientes inmunocomprometidos con falla respiratoria (receptor de trasplante de órgano sólido, tumores malignos y cánceres hematológicos).
  - Enfermedad de Células falciformes con Síndrome torácico agudo (STA).

**Existen diferentes criterios y recomendaciones para el inicio de aplicación de VMNI en diferentes ámbitos hospitalarios (3)[D].**

a. *Criterios de inicio en Emergencias Pediátricas*  
Actualmente, en los Servicios de Emergencia Pediátrica, hay limitadas condiciones para tratar al paciente pediátrico en IRA, con VMNI. Por tanto, **se recomienda la VMNI en Emergencia como una herramienta más para estabilizar al paciente hasta su traslado a la UCIP o sala de hospitalización donde se cumplan las condiciones adecuadas para realizar de forma segura el seguimiento del paciente con VMNI.[A]** Existe evidencia que la VMNI podría ser un tratamiento complementario a la nebulización continua en pacientes con fibrosis quística, pues se ha demostrado que aumenta el depósito de fármaco en las vías aéreas (1++)<sup>(26)</sup> y en los pacientes con asma, mejora las puntuaciones en las pruebas funcionales(1+)<sup>(27)</sup>.

b. *Criterios de inicio en la Unidad de Cuidados Intermedios o en Sala de hospitalización*  
**No se recomienda de manera rutinaria el inicio de la VMNI en el paciente pediátrico con patología aguda, en la Sala de hospitalización (3)[D].** Existen experiencias puntuales en pacientes oncológicos y neuromusculares con IRA o crónica agudizada en algunos centros, pero es necesario disponer de personal entrenado que pueda solventar cualquier problema que surja durante las 24 horas del día. La opción ideal para atender a estos pacientes sería disponer de una Unidad de Cuidados Intermedios con un número suficiente de personal de enfermería entrenado. Por lógica, son pacientes con criterios clínicos de ingreso pero que no cumplen ninguno de los criterios que implica ingreso en UCIP.

c. *Criterios de inicio de la VMNI en la UCIP*  
**Los factores descritos para recomendar el inicio de la VMNI en la UCIP son la acidosis respiratoria, la falta de mejoría con VMNI en Sala de hospitalización durante las primeras 2 horas y la etiología del fracaso respiratorio (neumonía y asma) (3)[D].**

En cada caso se deben considerar diferentes criterios (3)[D]:<sup>(25)</sup>

**¿Cuáles son las indicaciones clínicas y/o de laboratorio para iniciar la VMNI en los Servicios de Emergencia, Hospitalización y la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos?**<sup>(25)</sup>

a. *Criterios clínicos:*

- Síntomas y signos de dificultad respiratoria aguda (disnea moderada o grave, frecuencia respiratoria incrementada para la edad, uso de músculos accesorios de la respiración y respiración paradójica).

b. *Criterios gasométricos:*

- Presión arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>) > 45 mmHg y pH < 7.35, o
- Cociente PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (P/F) < 250, o
- Si no se dispone de gasometría arterial: Cociente saturación transcutánea de oxígeno (SatO<sub>2</sub>)/FiO<sub>2</sub> (S/F)<sup>(3,4)</sup> < 320 (este último criterio debe aplicarse cuando la SatO<sub>2</sub> es menor o igual al 97% ya que en caso de ser superior pierde correlación con el P/F).
- Indicación a juicio clínico del evaluador.

c) *Naturaleza del proceso que ha llevado al paciente a un cuadro de IRA.*

d) *Ausencia de contraindicaciones.*

**¿Durante qué tiempo y cuál es el intervalo para monitorizar si la VMNI está resultando como alternativa terapéutica?**<sup>(28)</sup>

Los niveles de oxígeno en sangre mejoran con la VMNI rápidamente. Por ello, la monitorización de la saturación de oxígeno (SatO<sub>2</sub>) es una herramienta útil aunque no evita la necesidad de realizar gasometrías arteriales en los primeros momentos del tratamiento. **Idealmente, en las primeras 24 horas debe monitorizarse la SatO<sub>2</sub> de forma continua, con el objetivo de mantenerla por encima del 85-90%, con aporte de oxígeno si fuera preciso(3)[D].**

**La medición de gases en sangre arterial se recomienda realizar al comienzo y después de 1-2 horas de iniciada la VMNI (3)[D].** Sólo en las unidades de alta dependencia se suele disponer de una vía arterial en las primeras 24 horas.

**En los casos de mejoría, el siguiente control de los gases arteriales será a las 4-6 horas, y luego va a depender de la evolución clínica del paciente(3)[D].** En caso de no obtener mejoría o que está sea lenta, será preciso realizar controles con más frecuencia para ajustar el aporte de oxígeno o los parámetros del ventilador.

**Si no se obtiene una mejoría en la PaCO<sub>2</sub> y el pH, después de 1-2 horas de instalada la VMNI, debemos valorar suspenderla y considerar la**

**intubación traqueal, en aquellas situaciones donde esté indicada la VMNI(3)[D].**

La interrupción de la VMNI debe realizarse para administrar medicación por vía oral, alimentos, fisioterapia, etc.(3).

**¿Cuáles son las complicaciones de la VMNI?**<sup>(7,18,29)</sup>

**Las complicaciones asociadas a la VMNI se dividen en cuatro grupos(3)[D]:**

a) *Derivadas de la mascarilla:* Incomodidad/molestias (30-50%), eritema del puente nasal/facial (5-10%), presión/ulceración del puente nasal, claustrofobia, conjuntivitis irritativa (3).

b) *Derivadas de la presión/flujo de aire:* Congestión nasal (20-50%), sequedad nasal/oral (10-20%), epistaxis, distensión gástrica, aspiración alimentaria (no iniciarla VMNI hasta pasada 2 hora tras la comida)<sup>(7)</sup>(3).

c) *Derivadas de las fugas:* Dolor de oídos/senos (10-30%), otitis, sinusitis, imposibilidad de ventilación adecuada (10-15%), irritación conjuntival, úlcera corneal.

d) *Otras menos frecuentes (complicaciones mayores, menos del 5%):* Neumotórax (más frecuente en pacientes con enfermedad pulmonar bullosa), hipotensión, neumonía aspirativa, mayor desaturación y parada cardiaca por falla respiratoria hipoxémica y retardo en la intubación (3).

**¿Cuáles son los mejores predictores de éxito y de fracaso de la aplicación de la VMNI?**<sup>(30,31,32)</sup>

**Los mejores predictores de éxito (2+)[C] de la VMNI son:**

- Empleo según la finalidad: Uso preventivo (77% de efectividad), uso de rescate (63%) y uso electivo (52%).
- Menor puntaje de gravedad, en la evaluación de inicio.
- Menor requerimiento de oxígeno, al inicio y a las 2 horas de la VMNI, medido por el valor de FiO<sub>2</sub>.
- Menor edad(2+).

**Los mejores predictores de fracaso (2+)[C] de la VMNI son:**

- Empleo de la VMNI mayor de 12 horas (2+).
- Progresión de la dificultad respiratoria.
- Disminución del sensorio.
- Hipoxemia.
- Hipercarbica.
- Tendencia a la acidosis al inicio de la VMNI.

- Obstrucción alta de la vía aérea.
- Bajo peso al nacer (menor de 750 G) (3).
- Prematuridad (menor de 26 semanas) (3).
- Sepsis (3).
- Neumotórax.

### **¿Cuáles son los mejores indicadores para monitorizar el empleo de VMNI?**<sup>(28,33)</sup>

**La monitorización de la VMNI debe realizarse con criterios clínicos, gasométricos y de saturometría de oxígeno (3)[D].**

• *Evaluación Clínica Mínima:* Nivel de conciencia, movimiento de la pared del tórax, uso de músculos accesorios para la respiración, comodidad del paciente, sincronización del esfuerzo respiratorio con el ciclo respiratorio, frecuencia respiratoria y latidos cardiacos. Debe ser lo suficientemente frecuente para evaluar la respuesta al tratamiento y ajustar los parámetros respiratorios (3).

• *Evaluación con Gasometría:* Luego de 1 a 2 horas de VMNI y luego de 4 a 6 horas, si la primera mostró poca mejoría. Si no hay mejoría en el pH y la PaCO<sub>2</sub> luego de este periodo (1 a 2 horas), la ventilación invasiva debe ser considerada. Siempre será considerado URGENTE independiente del ambiente y la condición clínica en la cual se encuentre el paciente (3).

• *La Saturación de Oxígeno:* Debe ser monitoreada continuamente, al menos por las primeras 24 horas y el oxígeno suplementario debe ser administrado para mantener la SatO<sub>2</sub> > 90% (3).

### **¿Cuál es la conducta a seguir frente al fracaso de la VMNI?**<sup>(33)</sup>

**Se recomienda que antes de catalogar como fracaso de la VMNI, confirmar que el tratamiento fue adecuado (3)[D].** Se debe investigar:

#### ***¿Fue tratamiento de la enfermedad primaria adecuada?***

- ¿La medicación prescrita ha sido administrada?
- Considerar la fisioterapia respiratoria.

#### ***¿Hubo complicaciones?***

- Neumotórax, bronco-aspiración.

#### ***¿La presión arterial de CO<sub>2</sub> permanece elevada?***

- ¿Está el paciente recibiendo demasiado

oxígeno? Ajustar el FiO<sub>2</sub> para mantener la Saturación de Oxígeno >90%.

- ¿Fuga mucho aire? Ajustar la máscara. Si la máscara nasal esta siendo usada, verificar si la máscara facial reduce la fuga.
- Verificar si las conexiones son correctas y no hay agujeros en el circuito.
- ¿Ha ocurrido re-inhalación? Verifique que la válvula de exhalación (cuando está presente) es permeable (puede ser bloqueado por las secreciones) y considerar el aumento de la EPAP.
- ¿Está el paciente sincronizado con el respirador? Observe la frecuencia respiratoria ajustada y la relación I:E (si está asistido controlado).
- Verifique los “disparadores” inspiratorios y espiratorios (si son ajustables). Considere incrementar EPAP (si tiene un paciente con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica).
- ¿Es la ventilación adecuada? Observe la expansión torácica. Incremente IPAP o el volumen. Considere incrementar el periodo inspiratorio o la frecuencia respiratoria. Considere otro modo ventilatorio, si está disponible.

***Si la Presión arterial de CO<sub>2</sub> está reducida, pero la Presión arterial de O<sub>2</sub> permanece baja.***

- Incremente el FiO<sub>2</sub>.
- Considere incrementar el EPAP(3).

En el caso de que todo esto ha sido verificado y el paciente no ha presentado mejoría, considerar el fracaso terapéutico:

- La Ventilación Invasiva está INDICADA (3).

### **ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS EN LA APLICACIÓN DE LA VMNI**

#### **¿Qué personal está calificado para la aplicación de la VMNI?**<sup>(34)</sup>

**La asistencia de los pacientes con VMNI debe llevarse a cabo conjuntamente por todo el equipo profesional de la UCIP: médicos, enfermeras y personal auxiliar (3)[D].**

Es importante crear equipos de trabajo multidisciplinario con la participación de intensivistas, neumólogos, fisioterapeutas y nutricionistas que ayudarán en la valoración y manejo del paciente y permitirán un correcto seguimiento al alta.

- **El equipo médico de la UCIP indicará el ingreso y el alta del paciente tributario de la VMNI, la técnica de soporte que se vaya a emplear, el material necesario, llevará**

a cabo la programación del respirador, ayudará en la colocación del material y se encargará del seguimiento clínico del paciente (3). Asimismo será el encargado de realizar protocolos de actuación y de valorar los resultados. Es muy útil designar un responsable médico y de enfermería de dicha técnica en la UCIP (VMNI) que compartan las funciones de supervisión del material para que esté en óptimas condiciones, actualicen los protocolos de actuación, supervisen el entrenamiento de los miembros del equipo y lleven a cabo un buen registro de seguimiento que será la base para los controles de calidad. Estos profesionales serán los encargados de coordinar la formación, la docencia, la evaluación de la eficacia durante su implantación y la investigación en VMNI.

- El personal de enfermería será responsable del cuidado continuo del paciente, deberá conocer los protocolos de actuación y el aparataje, ayudará en la colocación del material y será concedora de los puntos débiles de la técnica que están implicados en el fracaso inicial de la VMNI para poderlos resolver de forma rápida y autónoma (3). Es muy importante la colaboración de la supervisión de enfermería para el mantenimiento del material, las actividades formativas y fomentar el espíritu del trabajo en equipo con el personal médico.
- El equipo de auxiliares de enfermería colaborará con el personal de enfermería en los cuidados del enfermo.

#### ¿Qué personal y material es requerido para la aplicación de la VMNI?<sup>(34)</sup>

El personal y material requerido para la aplicación de la VMNI depende de dos factores importantes: la edad del paciente y el tipo de falla respiratoria y adicionalmente, de la disponibilidad de material de cada unidad (3) [D].

Ver el Anexo 5 para especificaciones de criterios, material y personal necesario(3).

#### ¿Cuáles la secuencia recomendada para la aplicación de la VMNI de inicio?<sup>(34,35,36)</sup>

La secuencia para el inicio de la VMNI son sugeridos basado en los estudios de cohorte y otros descriptivos sobre el tema(3). Se recomienda iniciar la VMNI luego de decidir: el sistema a emplear, el ambiente a ubicar al paciente, evaluado los beneficios y riesgos y logrado la

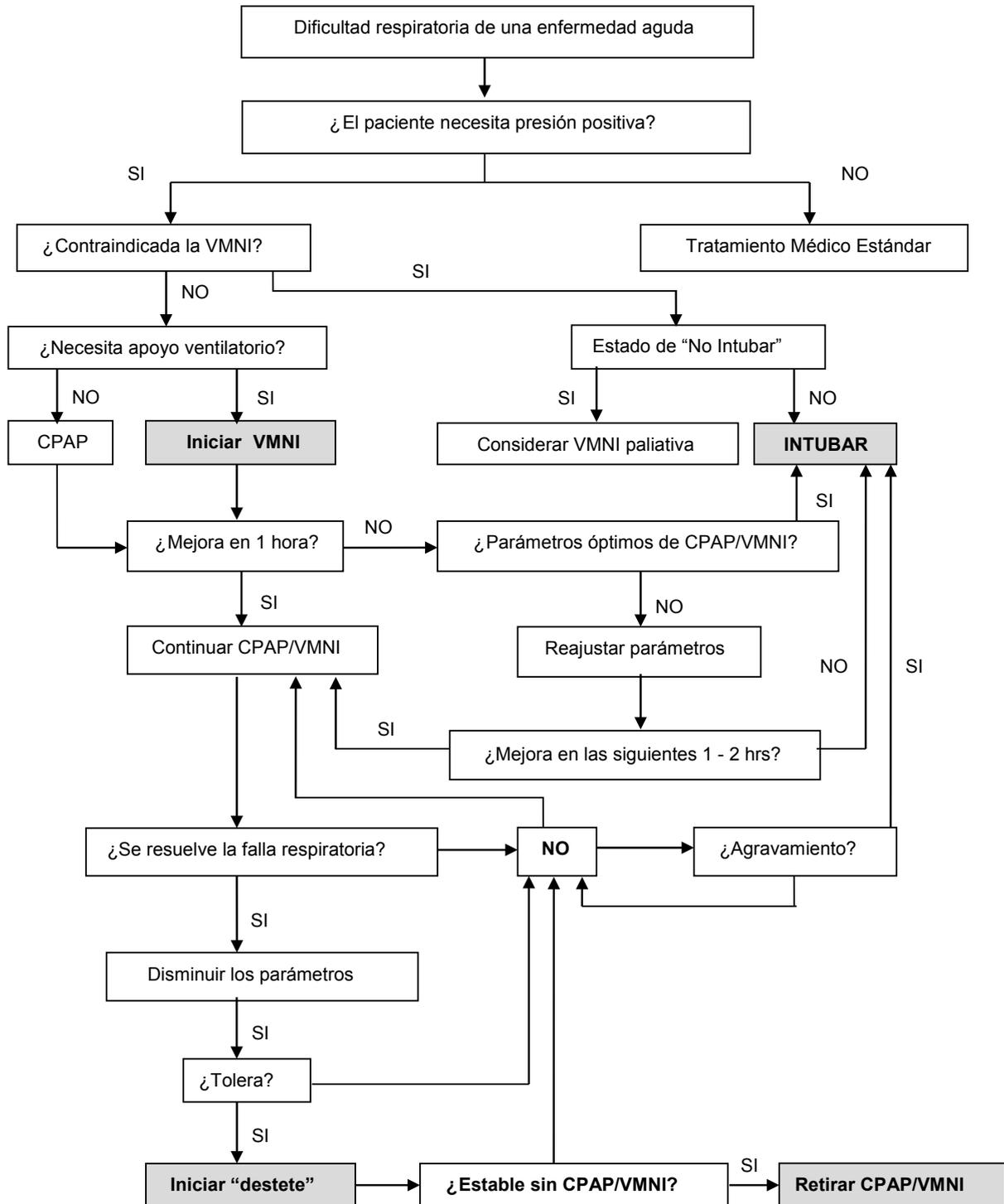
#### **aceptación del paciente y/o los padres (3) [D].**

Lo recomendado es:

1. Explicar al paciente y/o familia la intervención a realizar a través de las “tres C”: La información debe ser *clara, completa y calmada*.
2. Lugar vigilado apropiadamente: oximetría, signos vitales (tanto como clínicamente esté indicado).
3. Paciente sentado en la cama en ángulo de 30-45 grados.
4. Seleccionar, adaptar y probar la interfase.
5. Elegir el respirador adecuado. Los más usados en pacientes agudos son los sistemas BIPAP en modo ST.
6. Verificar la configuración inicial en el ventilador antes de conectar la interfase del paciente:
  - Modo Ventilatorio: Presión de Apoyo Ventilatorio (PAV).
  - Disparador inspiratorio: -1 a -2 L/min. o -1 a -2 cm de agua (por ejemplo, nivel menor sin auto-disparador inducido).
  - Pendiente de Presión entregada: Moderada a máxima.
  - Nivel de PAV inicial: De 8 cm de agua.
  - Disparador espiratorio (programación cíclica espiratoria si está disponible): **Flujo:** 40 a 60% o **tiempo de ciclado:** Tiempo inspiratorio fijado a 1 segundo.
  - Nivel de PEEP inicial: De 3 a 5 cm de agua.
  - FiO<sub>2</sub> inicial: 50 a 60%.
7. Después de explicar brevemente la metodología de la VMNI al paciente, aplicar la interfase; evitar la excesiva tensión de la correa (uno o dos dedos debajo de la correa); alentar en el paciente a conservar la máscara. Proponer al paciente respirar a través de la máscara por algunos segundos sin conectar al ventilador.
8. Conectar la interfase al tubo de ventilador y encender el ventilador.
9. Iniciar con baja presión (según lo establecido previamente) e incrementar gradualmente la PAV (10 a 15 cm de agua) y el PEEP (de 5 a 8 cm de agua) según tolerancia, sin fuga importante para obtener alivio de la disnea, disminución de la frecuencia respiratoria, volumen tidal espiratorio incrementado y buena sincronía ventilador-paciente. Nunca exceder la presión inspiratoria total (PAV+PEEP) más de 25 cm de agua.
10. Establecer el FiO<sub>2</sub> para mantener la saturación arterial de Oxígeno  $\geq 95\%$ .
11. Verificar por fuga de aire, reajustar las correas a necesidad o disminuir los niveles de presión si la fuga es importante.

- 12. Adicionar el humidificador (humidificador térmico o un intercambiador térmico y humedad, con un bajo volumen interno para evitar el exceso de espacio muerto).
- 13. Verifique el estímulo, la seguridad y frecuencia y ajuste a necesidad.
- 14. Monitorizar los gases arteriales (dentro de la 1ra a 2da hora y luego según necesidad).
- 15. Duración: Periodo inicial por intervalos de 60 a 90 minutos a 2 a 3 horas (rango de 8 a 12 horas/día).

**ALGORITMO DE ACTUACIÓN:**



## INDICADORES DE EVALUACIÓN:

Los mejores indicadores de evaluación de la VMNI son el Índice de Fracaso Inicial (IFI), el Índice de Fracaso Precoz (IFP), el índice de Fracaso Tardío (IFT) y el Índice de Fracaso Demorado (IFD).[D]

### Índice de fracaso inicial (IFI)

*Fórmula:* Porcentaje de casos, sobre el total de pacientes tratados con VMNI, que fracasan durante la primera hora.

*Estimado:* Debería ser menor al 10%, e idealmente por debajo del 5% a partir del primer año de iniciar la VMNI.

*Sustento:* Dado que el fracaso en la primera hora, suele estar asociado a una mala indicación, selección inadecuada de interfase o respirador, o un mal ajuste de la interfase, todos fenómenos asociados a una formación inadecuada o inexperiencia del personal, éste es un indicador básico a monitorizar al iniciar la técnica en la unidad.

### Índice de fracaso precoz (IFP)

*Fórmula:* Porcentaje de pacientes en los que fracasa la VMNI entre la primera hora y las 12 horas.

*Estimado:* En este caso, el porcentaje como máximo debería oscilar entre el 10-15% del total de pacientes tratados con VMNI, que es el porcentaje global de intubación publicado en la mayor parte de trabajos (no se suele especificar si ésta se ha producido antes o después de la primera hora, pero se ha comprobado que en los equipos con experiencia el IFI es inferior al 5%).

*Sustento:* Este índice fundamentalmente marcará la evolución de la VMNI en las unidades que han superado la fase de aprendizaje inicial y presenten ya un IFI adecuado. También podría ser de utilidad para evaluar la eficacia de la VMNI en el grupo de pacientes hipoxémicos con índice PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> alrededor de 200 a los que se ofrece soporte no invasivo más allá de 2 horas aunque presenten factores clínicos de mal pronóstico, como edad inferior a 12 meses o no descenso de la frecuencia respiratoria a la primera hora.

### Índice de fracaso tardío (IFT)

*Fórmula:* Porcentaje de fracasos en VMNI que se producen a partir de las 12 horas.

*Estimado:* El porcentaje esperado también se situaría alrededor del 5-15%. Visto de otra

manera el IFP y el IFT deberían sumar un 20% que se acerca al porcentaje global de intubación publicado en la mayor parte de trabajos.

*Sustento:* En este grupo, hallamos también un gran porcentaje de fracasos, pues seguramente comparte en muchas ocasiones las causas de fracaso del IFP. Tal vez, el punto de corte en los dos índices debería situarse en las 18 o 24 horas, pero es un tema a discutir en función del análisis de los datos de diferentes unidades.

### Índice de fracaso demorado (IFD)

*Fórmula:* Existe un grupo de pacientes con alto riesgo del FD, aquellos en los que un destete con extubaciones previas fracasadas nos condiciona a utilizar la VMNI como rescate o electivamente para el destete y evitar la traqueostomía.

*Estimado:* En este grupo de pacientes, aunque no existen datos publicados, la incidencia de fracaso es elevada pudiendo ser superior al 50%.

Mantener un IFD por debajo del 75% sería posiblemente razonable en este subgrupo de pacientes en que la indicación de rescate de la VMNI suele ser utilizada como último recurso.

Los índices propuestos deberán ser validados en un futuro próximo para confirmar o descartar su posible utilidad en el control de calidad de la VMNI.

Finalmente, nadie puede discutir que un registro de complicaciones permite en cada unidad establecer estrategias de prevención y mejoría constante, como se ha podido comprobar en lo que se refiere a reducción de la incidencia de las necrosis cutáneas secundarias a la presión de la interfase.(3)

## GLOSARIO

*Apnea:* Ausencia de la respiración durante un anormal largo periodo.

*Asistencia ventilatoria:* Uso del ventilador por los pacientes, con periodos de 12 o más horas de tolerancia respiratoria.

*Atelectasias:* Áreas de colapso pulmonar debido a pobre ventilación o acumulación de secreciones en la vía aérea.

*Atrofia muscular espinal:* Una enfermedad hereditaria de los nervios periféricos (células del asta anterior de la médula espinal) que se ha

separado arbitrariamente en tipos I a 5 sobre la base de la aparición de debilidad percibida.

**Atrofia:** Desgaste (debilitamiento) muscular debido a pérdida de la función del nervio que inerva al músculo.

**Autosómico dominante:** Desorden en el cual solo un gen anormal debe ser heredado de uno de los padres para expresar la alteración.

**Autosómico recesivo:** Desorden que debe ser heredado de ambos padres para poder expresar la enfermedad.

**Cánula:** Tubo que ingresa por la nariz o la boca para suministrar aire u oxígeno complementario.

**Capacidad inspiratoria (previsto):** Volumen de aire que uno debería de ser capaz de inhalar como parte de algunas condiciones como el sexo y la talla.

**Capacidad vital:** Volumen máximo de aire que uno puede inhalar y luego soplar a través de un dispositivo (espirómetro). Se mide en mililitros.

**Compliance (compliance pulmonar):** Fundamentalmente, la elasticidad de los pulmones que disminuye cuando no se toma aire profundamente, llevando a la pérdida del tejido y a la rigidez pulmonar.

**Congénita:** Condición médica con la cual se nace.

**Disartria:** Dificultad para hablar.

**Disfagia:** Dificultad para deglutir.

**Disnea:** Acortamiento de la respiración.

**Espirómetro:** Dispositivo que se utiliza para la medición de volúmenes de aire, como con las mediciones de la capacidad vital.

**Estenosis:** Estrechamiento del pasaje de aire.

**Fasciculaciones:** Contracciones musculares.

**Fugas de la máscara:** Las fugas de aire de un volumen entregado por ventilador causada por una interfaz que quede floja o con fugas.

**Hipercapnia:** Incremento del dióxido de carbono sanguíneo debido a la incapacidad de los músculos respiratorios para una adecuada ventilación pulmonar.

**Hipoxia:** Disminución del oxígeno sanguíneo debido a un incremento de los niveles de dióxido de carbono, tapón mucoso de la vía aérea o enfermedad pulmonar (neumonía).

**Insuficiencia respiratoria:** Descompensación aguda de la función pulmonar debido a enfermedad pulmonar intrínseca o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) con deterioro de gases en sangre arterial a niveles de pH de 7.25 o menos. La hipoxia no se puede resolver simplemente con el uso del ventilador o la tos asistida.

**Insuficiencia ventilatoria:** La incapacidad para mantener la respiración propia, sin el uso del ventilador.

**Intubación:** Paso de un tubo por la nariz (tubo nasotraqueal) o la boca (tubo oro-traqueal), a través de la garganta y la laringe (translaríngea) y en la tráquea para la asistencia ventilatoria y aspiración vías respiratorias.

**Músculos bulbares:** Músculos localizados en la cabeza y el cuello que permiten hablar, deglutir y toser. Esto incluye los músculos orofaríngeos (boca y garganta).

**Narcosis:** Coma o muerte como resultado de los altos niveles de dióxido de carbono en la sangre, generalmente debido a la incapacidad de ventilar adecuadamente los pulmones para eliminar el dióxido de carbono que el cuerpo produce continuamente.

**Neuropatía:** Cualquier trastorno anatómico, bioquímico o eléctrico de los nervios.

**Oxímetro:** Un dispositivo que puede medir de forma continua la saturación de oxihemoglobina de la sangre.

**Presión positiva al final de la espiración (PEEP):** La presión indicada al final de una respiración asistida mecánicamente.

**Presión positiva continua (CPAP, de las siglas del inglés: Continuous positive airway pressure):** Presión continua aplicada a través de una máscara que cubre la nariz, la boca ambas que actúa como una férula para mantener permeable, la vía aérea superior obstruida y actúa expandiendo los pulmones pero no ayuda directamente a la respiración. Este no es un método de asistencia ventilatoria o inspiratoria muscular.

**Respiración con presión positiva intermitente (IPPB, siglas en inglés):** La entrega de insuflación profunda para expandir más completamente los pulmones.

**Saturación de oxihemoglobina:** La oxihemoglobina es la principal proteína transportadora de oxígeno en la sangre, y normalmente está del 95% o más saturada con oxígeno.

**Sonda nasogástrica:** Un tubo de alimentación pasado a través de la nariz y el esófago hasta el estómago.

**Soporte ventilatorio:** Uso del ventilador por los pacientes que no tienen tolerancia a la respiración significativa.

**Succión:** Paso de un catéter en las vías respiratorias, para aspirar las secreciones respiratorias y otros escombros.

**Tolerancia respiratoria:** Se dice del trastorno (dificultad respiratoria e intercambio gaseoso) limitado a minutos o segundos de retirar el uso del ventilador.

**Ventilación alveolar:** Pasaje de aire dentro y fuera del alveolo por la acción intermitente de los músculos respiratorios.

**Ventilación con presión positiva intermitente (IPPV, siglas en inglés):** Una forma de ayuda muscular inspiratoria o asistencia ventilatoria proporcionada por la entrega de aire a los pulmones a través de la boca, la nariz, ambas o el tubo de traqueotomía insertado.

**Volumen Tidal:** Volumen de aire que se inhala durante una respiración normal. Se mide en mililitros.

## REVISORES EXTERNOS

- Fernando Contreras Suarez. Médico – Pediatra Neumólogo. España.
- Néstor Huaco Palomino. Médico – Pediatra Intensivista. Brasil.
- Alena Valderrama Guevara. Médico – Pediatra. Salud Pública. Canadá.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. British Thoracic Society Standards of Care Committee (2002). Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax*; 57: 192–211.
2. Noninvasive Mechanical Ventilation (2002). Bach JR. Chapter 1 Disease Profiles of Noninvasive Ventilation Users. Hanley & Belfus, Inc. Philadelphia, PA 19107. EE UU.
3. Pierson JD (2009). History and Epidemiology of Noninvasive Ventilation in the Acute-Care Setting. *Respir Care*;54(1):40–50.
4. Beers SL, Abramo TJ, Bracken A, Wiebe RA (2007). Bilevel positive airway pressure in the treatment of status asthmaticus in pediatrics. *Am J Emerg Med*. Jan;25(1):6-9.
5. Fariás JA, Fernández A, Monteverde E, Flores JC, Baltodano A, Menchaca A, Poterala R et al; Latin-American Group for Mechanical Ventilation in Children (2012). Mechanical ventilation in pediatric intensive care units during the season for acute lower respiratory infection: a multicenter study. *Pediatr Crit Care Med*. 2012 Mar;13(2):158-64.
6. Yañez LJ, Yunge M, Emilfork M, Lapadula M, Alcántara A et al (2008). A prospective, randomized, controlled trial of noninvasive ventilation in pediatric acute respiratory failure. *Pediatr Crit Care Med*. Sep;9(5):484-9.
7. Pons M, Cambra F (2003). Ventilación no invasiva. *An Pediatr (Barc)*; 59(2): 155-80.
8. Stuart I. Herbert, Colin J. Gordon, Andrew Jackson-Smale, and Jean-Louis Renaud Salis (1995) Protocols for clinical care. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. Sep-Oct; 48(1–2):21 - 26.
9. Wigertz O (1995). Clinical decision support - how, when and for whom. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 48: 15-20.
10. Young A, Beswick K (1995). Protocols used by UK general practitioners, what is expected of them and what solutions are provided. *Computer Methods Programs in Biomedicine*. Sep-Oct; 48(1-2):85-90.
11. Fulbrook, P. and Mooney, S (2003). Care bundles in critical care: A practical approach to evidence-based practice. *Nursing in Critical Care*; 8: 249–255.
12. National Institute for Health and Clinical Excellence (2002). A Step-by-Step Guide to Developing Protocols. London: National Institute for Health and Clinical Excellence.
13. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (2009). Guía metodológica para la elaboración de protocolos basados en la evidencia. Gobierno de Aragón. Departamento de Salud y Consumo. España.
14. Grupo de Trabajo de Enfermería basada en la evidencia de Aragón (2009). Estrategia de Mejora de la Calidad de los Cuidados: Protocolos de Cuidados de Enfermería Basados en la Evidencia. Gobierno de Aragón. Departamento de Salud y Consumo. España.

15. Akingbola OA, Hopkins RL (2001). Pediatric noninvasive positive pressure ventilation. *Pediatr Crit Care Med*; 2: 164–169.
16. Cheifetz IM (2003). Invasive and Noninvasive Pediatric Mechanical Ventilation. *Respir Care* 2003;48(4):442–453.
17. Prado F, Godoy MA, Godoy M, Boza ML (2005). Ventilación no invasiva como tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda en Pediatría. *Rev. Méd. Chile* 2005; 133: 525-533.
18. Chawla R, Khilnani G, Suri J, Ramakrishnan N, Mani R et al (2006). Guidelines for noninvasive ventilation in acute respiratory failure. *Indian Journal of Critical Care Medicine* 10. 2. (Apr-Jun ): 117-147.
19. DYNAMED. (2013). Noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) in infants and children. EBSCO.
20. Sánchez Y, González F, Molina O, Guil M (2011). Guía para la elaboración de protocolos. Biblioteca Las casas; 7(1) [Acceso: 17 de Junio del 2013] (Disponible en <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0565.php>).
21. Scottish Intercollegiate Guidelines Network (2011). SIGN 50 A guideline developer's handbook. [Acceso: 23 de Junio del 2013] (Disponible en: <http://www.sign.ac.uk>).
22. Teague WG (2005). Non-invasive positive pressure ventilation: current status in paediatric patients. *Paediatric Respiratory Reviews*. 6, 52–60.
23. Essouri S, Chevret L, Durand P, Hass V, Fauroux B, Devictor D (2006). Noninvasive positive pressure ventilation: Five years of experience in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med*; 7:329–334.
24. Loh LE, Chan YH, Chan I (2007) Noninvasive ventilation in children: a review. *J Pediatr (Rio J)*;83(2 Suppl):S91-99.
25. Vivanco A, Medina A, Mayordomo J. Ventilación no invasiva en Pediatría (2012). Boletín de la Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León; 52: 4-13.
26. Fauroux B, Itti E, Pigeot J, Isabey D, Meignan M, Ferry G, Lofaso F, Willemot JM, Clément A, Harf A (2000). Optimization of aerosol deposition by pressure support in children with cystic fibrosis: an experimental and clinical study. *Am J Respir Crit Care Med*. Dec;162(6):2265-71.
27. Soma T, Hino M, Kida K, Kudoh S (2008). A prospective and randomized study for improvement of acute asthma by non-invasive positive pressure ventilation (NPPV). *Intern Med*; 47(6):493-501.
28. Baudouin S, Blumenthal S, Cooper B, Davidson C et al (2002) Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax*; 57, 3; 192-211.
29. Fauroux B, Lavis JF, Nicot F, Picard A, Boelle PY, Clement A, et al. (2005). Facial side effects during noninvasive positive pressure ventilation in children. *Intensive Care Med*; 31: 965-9.
30. Bonora JP, Frachia D, García M, Fillipini S, Haimovich A, Olguín G. (2011). Ventilación no invasiva en cuidado Intensivo Pediátrico, cuatro años de experiencia. *Arch Argent Pediatr*;109(2):124-128.
31. James CS, Hallelwell CP, James DP, Wade A, Mok QQ (2011). Predicting the success of non-invasive ventilation in preventing intubation and re-intubation in the paediatric intensive care unit. *Intensive Care Med*. 37:1994–2001.
32. Lum LCS, Abdel-Latif ME, de Bruyne JA, Nathan AM, Gan CS (2011). Noninvasive ventilation in a tertiary pediatric intensive care unit in a middle-income country. *Pediatr Crit Care Med*; 12:e7– e13.
33. Bourguignon DC, Krepel FA, Troster EJ (2003). Noninvasive ventilation in pediatrics. *J Pediatr (Rio J)*;79(Suppl 2):S161-S68.
34. Ventilación No Invasiva en Pediatría (2009). Medina A, Pons M, Martínón-Torres F. Capítulo 21. Organización asistencial, control de calidad y formación clínica en VNI pediátrica en el paciente agudo. 2da Edición. Barcelona, España.
35. Jaber S, Michelet P, Chanques G (2010). Role of non-invasive ventilation (NIV) in the perioperative period. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*. (24) 253-265.
36. Ventilación Mecánica No Invasiva (2007). Lucas P, Jareño J. Procedimientos en VMNI: respiradores, vías de acceso y técnicas de la ventilación. Monografías de la Sociedad Madrileña de Neumología y Cirugía Torácica. Volumen XI – Madrid.

## ANEXOS

### ANEXO 1. NIVELES DE EVIDENCIA Y GRADO DE RECOMENDACIÓN<sup>(21)</sup>

NIVELES DE EVIDENCIA	
<b>1++</b>	Metaanálisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos de alta calidad con muy poco riesgo de sesgo.
<b>1+</b>	Metaanálisis bien realizados, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos bien realizados con muy poco riesgo de sesgos.
<b>1-</b>	Metaanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos con alto riesgo de sesgo.
<b>2++</b>	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohortes o de casos y controles. Estudios de cohortes o de casos y controles con riesgo muy bajo de sesgo y con alta probabilidad de establecer relación causal.
<b>2+</b>	Estudios de cohortes o de casos y controles bien realizados con bajo riesgo de sesgo y con una moderada probabilidad de establecer relación causal.
<b>2-</b>	Estudios de cohortes o de casos y controles con alto riesgo de sesgo y riesgo significativo de que la relación no sea causal.
<b>3</b>	Estudios no analíticos, como informes de casos y series de casos.
<b>4</b>	Opinión de expertos.

GRADO DE RECOMENDACIÓN	
<b>A</b>	Al menos un metaanálisis, revisión sistemática o ensayo clínico clasificado como 1++ y directamente aplicable a la población diana de la guía; o un volumen de evidencia científica compuesto por estudios clasificados como 1+ y con gran consistencia entre ellos.
<b>B</b>	Un volumen de evidencia científica compuesto por estudios clasificados como 2++, directamente aplicable a la población diana de la guía y que demuestran gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 1++ ó 1+.
<b>C</b>	Un volumen de evidencia científica compuesto por estudios clasificados como 2+, directamente aplicable a la población diana de la guía y que demuestran gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2++.
<b>D</b>	Evidencia científica de nivel 3 ó 4; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2+.

Los estudios clasificados como 1- y 2- no deben usarse en el proceso de elaboración de recomendaciones por su alto potencial de sesgo.

## ANEXO 2. VALORACIÓN DE SILVERMAN Y WOOD-DOWNES

SIGNOS CLÍNICOS	VALORACIÓN		
	0	1	2
Retracción Intercostal/Esternal	No	Costal	Costal + Esternal
Disbalance Tóraco-abdominal	No	Moderada	Alta
Aleteo nasal	No	Leve	Alto
Quejido espiratorio	No	Auscultatorio	Si
Cianosis (Saturación O <sub>2</sub> )	No (>92%)	Con aire (<92%)	Con FiO <sub>2</sub> >0.4 (<92%)
Nivel de conciencia	Normal	Depresión/Intranquilidad	Letargia/Agitación máxima

La valoración de Silverman se emplea unificando la evolución de las retracciones (esternal y costal) como un parámetro único y se adiciona la evaluación del nivel de conciencia y la cianosis de la valoración de Wood-Downes (este último parámetro por oximetría de pulso, en lugar de la evaluación clínica y pO<sub>2</sub>).

**Puntuación: <4: Leve, 4-6: Moderado,> 6: Grave.**

## ANEXO 3. EVALUACIÓN DE ÉXITO Y FRACASO DE LA VMNI

A LAS DOS HORAS DE APLICAR VMNI (EN VMNI A CORTO PLAZO)	
<b>Signos de Éxito</b>	Disminuir la frecuencia respiratoria a límites normales para su edad Ausencia de retracciones Ausencia de respiración paradójal Mejoría de intercambio gaseoso: Mejoría del pH Mejoría de PaO <sub>2</sub> /FIO <sub>2</sub> Reducción de la PaCO <sub>2</sub>
<b>Signos de Fracaso</b>	Signos de esfuerzo respiratorio Intercambio gaseoso Inestabilidad hemodinámico Signos de fatiga respiratoria Cambio del estado mental Incremento de agitación

## ANEXO 4. OBJETIVOS DE LA VMNI

<b>A Corto Plazo</b>	Mejora de la Dificultad respiratoria Disminución del esfuerzo respiratorio Mejora del intercambio gaseoso Evitar intubación
<b>A Largo Plazo</b>	Mejoría de síntomas Mejoría de intercambio gaseoso Mejoría de calidad de vida Mejoría de la calidad y duración del sueño Mejoría de la supervivencia

**ANEXO 5. CRITERIOS, PERSONAL Y MATERIAL NECESARIOS  
PARA INICIAR LA VMNI<sup>(34)</sup>**

	<b>UCIP</b>	<b>UCIM O PLANTA DE HOSPITALIZACIÓN</b>
<b>Criterios</b>	IRA con FiO <sub>2</sub> > 0,4 pH < 7,30 en cualquier momento Escasa experiencia del personal sanitario en planta de hospitalización Paciente/familia no colaborador Apneas	IRA con FiO <sub>2</sub> < 0,4 pH inicial > 7,30 Experiencia del personal sanitario en planta de hospitalización Atención continuada por personal experimentado las 24 horas del día Paciente/familia colaboradores
<b>Material</b>	Respirador específico de no invasiva con mezclador de oxígeno Respirador convencional con módulo de VNI Interfase de preferencia buconasal Insuflador – exuflador mecánico para pacientes neuromusculares	Respirador específico de no invasiva Interfase buconasal o nasal Insuflador – exuflador mecánico para pacientes neuromusculares
<b>Personal</b>	Médico entrenado Enfermera entrenada Fisioterapeuta respiratorio para pacientes neuromusculares (en su defecto, relación enfermera/paciente 1:1)	Médico entrenado Enfermera entrenada

UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos; UCIM: unidad de cuidados intermedios; IRA: insuficiencia respiratoria aguda; FiO<sub>2</sub>: fracción inspirada de oxígeno.

*La bibliografía está indicada en superíndice y cursiva. El Nivel de evidencia está indicado entre paréntesis y el Grado de recomendación entre corchetes.*

*Las recomendaciones del presente PROTOCOLO son el resultado de la revisión de la literatura y práctica actual al momento de su formulación. El presente documento no excluye el uso de modalidades de cuidado, de probada eficacia, publicados posteriores a la revisión actual de este documento. Este documento no pretende IMPONER estándares de cuidado evitando las discrepancias selectivas de pacientes individuales. La adherencia a este documento es VOLUNTARIA. El médico y todo profesional de la Salud, a la luz de las circunstancias individuales que presenta el paciente, debe hacer el análisis final respecto a la prioridad de cualquier procedimiento específico.*