



UGR Universidad
del Gran Rosario

TESINA

presentada para acceder al título de grado de la carrera de

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título:

“Utilización de soportes no invasivos como estrategia primaria de ventilación
en recién nacidos prematuros”

Autor:

Bravo Rebillá Leandro 35.791.744

Directores:

Lic. Fernando Paziencia

Lic. Aranza Fiore

Lugar:

Rosario

Fecha de Presentación:

24/5/2023

Firma de Autor

Agradecimientos:

*A la universidad y sus docentes, especialmente aquellos de prácticas hospitalarias
por abrirnos las puertas a esta hermosa profesión,
a mi director de proyecto, Fernando Paziencia, por su ayuda y confianza,
a Diane, por su apoyo infinito y su amor incondicional,
a mi madre, que me enseñó el valor del sacrificio,
a mi padre, por demostrarme que nunca hay que dejar de intentar,
a mis hermanos por su cariño ilimitado,
y a todas las personas que de alguna manera formaron parte de este camino.*

Resumen

Introducción: En aquellos niños que nacen pretérmino, es decir, antes de completado su tiempo de gestación intrauterina, ocurren complicaciones relacionadas con la falta de desarrollo de su sistema respiratorio que todavía se encuentra inmaduro al momento del parto. La dificultad respiratoria es un problema común que se observa en los recién nacidos, tanto en prematuros como nacidos a término, por lo que la correcta elección y la utilización adecuada del soporte respiratorio puede salvar la vida y limitar las complicaciones respiratorias de estos pacientes. Si bien la ventilación invasiva es inevitable en algunas situaciones, la ventilación no invasiva puede ser una opción suficiente en varios neonatos prematuros para evitar los efectos negativos de la intubación endotraqueal.

Objetivos: Analizar, a partir de una revisión bibliográfica, los efectos de la aplicación de soportes ventilatorios no invasivos en la atenuación de las complicaciones pulmonares que ocurren como consecuencia del uso de ventilación mecánica invasiva en pacientes prematuros.

Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica a partir de las bases de datos de PubMed, Cochrane, Google académico y biblioteca física de la UGR por un período de publicación de 2010 hasta 2022.

Resultados: Se seleccionaron 12 artículos que comparan distintas modalidades de VNI entre sí, aplicadas a pacientes neonatos prematuros de entre 25 y 34 semanas. En los mismos, se compararon variables como falla del tratamiento no invasivo y necesidad de intubación, tasa de fuga de aire, tasa de mortalidad del neonato; y las complicaciones secundarias a la aplicación de ventilación mecánica, como es el caso de la displasia broncopulmonar, retinopatía del prematuro, enterocolitis necrotizante, hemorragia intraventricular y lesión nasal.

Conclusión: La ventilación no invasiva es un soporte respiratorio confiable en recién nacidos prematuros. La elección del soporte se basa en la gravedad de la dificultad respiratoria, el riesgo de fracaso del tratamiento, edad gestacional y momento de aplicación. La CPAP, la IPPV (sincronizada o no sincronizada), BiPAP y la HFNC son las opciones de uso común más utilizadas en el recién nacido prematuro, mientras que la HFOV y NIV-NAVA se utilizan con poca frecuencia, no demostraron más eficacia en la prevención de intubación que las opciones con mayor evidencia, como por ejemplo CPAP e IPPV, y necesitan más evaluación antes de su aplicación rutinaria. El inicio temprano de la ventilación, el uso adecuado de surfactante, cafeína y corticoesteroides, el óptimo calentamiento de los gases administrados, la elección de la interfaz adecuada y los conocimientos de todo el personal involucrado son aspectos cruciales para el éxito de la VNI en el prematuro.

Palabras claves: Prematuro- Preterm neonates- ventilación no invasiva- complicaciones - síndrome de distrés respiratorio- respiratory disease.

Índice

I. Introducción.....	1
II. Objetivos:.....	3
II.1 Objetivo general	3
II.2 Objetivos específicos.....	3
III. Justificación.....	4
IV. Marco teórico.....	5
1. ¿Qué es un paciente prematuro?:	5
1.1. Concepto	5
1.2 Determinantes del parto prematuro:.....	6
1.3 Peculiaridades del paciente prematuro.....	8
1.4 Cuidados inmediatos del neonato:	8
2. Características anatómicas del paciente prematuro	9
3. Desarrollo y fisiología del sistema respiratorio:.....	10
3.1 Clasificación de los problemas respiratorios del recién nacido prematuro:.....	11
4. Ventilación no invasiva (VNI).....	12
4.1 Fundamento fisiológico de la presión de soporte.....	14
4.2 Función de la ventilación no invasiva:.....	15
4.3 Objetivos de la VNI	16
4.4 Indicaciones para la ventilación no invasiva:.....	16
4.5 VNI en la insuficiencia respiratoria aguda (IRA):	21
4.6 Contraindicaciones	22
4.7 Elección de material	22
4.8 Equipos de administración:.....	27
4.9 Modos de soporte ventilatorio no invasivo.....	32
4.10. Anexos a la aplicación de ventilación no invasiva:	39
4.11. Terapias complementarias a la aplicación de VNI.....	41
4.12 Consideraciones para la ventilación no invasiva:	43
V. Metodología	46

VI. Resultados	49
VI.1. Resultados de la búsqueda	49
VI.2. Análisis de los artículos:	66
VII. Discusión.....	82
VII. Conclusión	85
IX. Referencias Bibliográficas:	86

Abreviaturas:

- AV: assisted volumen (Volumen asistido)
- BIPAP: Bilevel Positive Airway Pressure (presión positiva a dos niveles)
- CAFO: Cánula de Alto Flujo Oscilatorio
- CLD: Chronic lung disease (enfermedad pulmonar crónica)
- cmH₂O: Centímetros de agua
- CO₂: Dióxido de carbono
- CPAP: Continuous Positive Airway Pressure (presión positiva continua)
- CPN: Control prenatal
- CRF: Capacidad residual funcional
- DBP: Displasia Broncopulmonar
- EAdi: Actividad Eléctrica del Diafragma
- ECMO: Extraorporeal Membrane Oxygenation (Oxigenación por membrana extracorpórea)
- EG: Edad Gestacional
- EPAP: Expiratory Positive Airway Pressure (presión positiva espiratoria)
- EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
- FA: Flow Assisted (Asistido por flujo)
- FIO₂: Fracción Inspirada de Oxígeno
- FR: Frecuencia Respiratoria
- FRN: Falla respiratoria neonatal
- GC: cápsula de Graseby
- HFNC: High Flow Nasal Cannula (Cánula nasa de alto flujo)
- HFOV: High Frequency Oscillatory Ventilation (Ventilación de alta frecuencia oscilatoria)
- IOT: Intubación Orotraqueal inspiratoria)
- iNO: inhaled Nitric Oxide (Óxido nítrico inhalado)
- IPAP: Inspiratory Positive Airway Pressure (presión positiva)
- IRA: Insuficiencia Respiratoria Aguda
- IVM: Invasive Mechanical Ventilation (Ventilación mecánica: VM)
- mmHg: Milímetros de Mercurio
- MAP: Medium Airway Pressure. (Presión media en la vía aérea)
- NAVA: Neurally Adjusted Ventilatory Assistance (Asistencia ventilatoria ajustada neuralmente)
- NEC: Necrotizing Enterocolitis (Enterocolitis necrosante)
- NO: Nitric Oxide (Óxido nítrico)
- L/min: litros por minuto
- OI: Oxygen index (índice de oxigenación)
- PaCO₂: Presión arterial de dióxido de carbono

- PaO₂: Presión arterial de oxígeno
- PEEP: Presión Positiva al Final de la Espiración
- Palv: Presión alveolar
- Patm: Presión atmosférica
- Ppl: Presión Pleural
- pH: Potencial de Hidrogeniones
- PDA: Presencia de ductus arterioso
- PNx: Pneumothorax (neumotórax)
- PSV: Presión de Soporte
- PVL: (Leucomalacia periventricular)
- ROP: Retinopathy of Preterm (retinopatía del prematuro)
- RNT: Recién nacido prematuro
- RNpt: Recién nacido pretérmino
- SDR: Síndrome de distrés respiratorio
- SDRN: Síndrome de distrés respiratorio neonatal.
- SIMV: Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (ventilación mandatoria intermitente sincronizada)
- SNIPPV: Synchronized Nasal Intermittent Positive Pressure Ventilation (ventilación sincronizada nasal intermitente a presión positiva)
- TET: Tubo Endotraqueal
- Trigger: Gatillado (inicio de la inspiración)
- UCI: Unidad de Cuidados Intensivos
- UCIN: Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales
- V_m: volumen minuto
- VCV: ventilación controlada por volumen
- VM. Ventilación Mecánica
- VMC: Ventilación mecánica convencional
- VMI: Ventilación Mecánica Invasiva
- V_t: volumen corriente
- VMNI/VNI: Ventilación Mecánica No Invasiva

I. Introducción

En aquellos niños que nacen pretérmino, es decir, antes de completado su tiempo de gestación intrauterina, ocurren complicaciones relacionadas con la falta de desarrollo de su sistema respiratorio que todavía se encuentra inmaduro al momento del parto. El niño prematuro presenta pulmones menos desarrollados y menos complacientes para el intercambio gaseoso y realiza más esfuerzo para que el aire entre a los pulmones, situación que deriva en un distrés respiratorio. Este cuadro de dificultad respiratoria e hipoxemia puede ser tratado inicialmente con la aplicación de oxígeno medicinal y en caso de agravamiento con ventilación mecánica para aliviar la carga de los músculos respiratorios e incrementar el aporte de oxígeno a fin mejorar la ventilación del niño. Sin embargo, existe evidencia de una relación entre ventilación mecánica y lesión pulmonar en el paciente prematuro, asociada directamente a la deficiencia de surfactante y al efecto inflamatorio, secundario al soporte ventilatorio. ⁽¹⁾

En 1967, Northway, Rosen y Porter describieron una nueva afección pulmonar en bebés prematuros que presentaban enfermedad de la membrana hialina (patología ahora conocida como síndrome de dificultad respiratoria [SDR]), que en ese momento era una condición altamente letal que resultaba del uso de ventilación mecánica y altos niveles de oxígeno suplementario en un intento de salvar a estos bebés. En esa época, la supervivencia era rara a pesar de un grado relativamente leve de prematuridad (edad gestacional media, 34 semanas), pero muchos bebés prematuros tenían una recuperación lenta y prolongada de la lesión e inflamación de las vías respiratorias y del parénquima pulmonar que se producía por la administración de ventilación invasiva. Los autores denominaron a este nuevo síndrome displasia broncopulmonar (DBP; también conocida como enfermedad pulmonar crónica) sobre la base de las características histopatológicas de las vías respiratorias

Las características de la displasia broncopulmonar han evolucionado en los últimos 50 años, ya que la mayoría de los bebés prematuros ahora sobreviven con el uso de corticosteroides prenatales, técnicas avanzadas de atención neonatal, dispositivos de apoyo respiratorio efectivos y tratamientos con surfactante. Los factores transgeneracionales y previos a la concepción interactúan con las exposiciones durante el embarazo para modular el riesgo de DBP, y la edad gestacional al nacer es el predictor individual más importante de desarrollo de esta patología.

Es esencial reconocer que ningún bebé nacido muy prematuro es "normal", debido a muchos factores, incluidas las anomalías del embarazo que provocan un parto pretérmino y el hecho de que los problemas de salud en un recién nacido son más graves cuanto más temprano es el parto. La notable plasticidad de un programa de desarrollo para apoyar la maduración pulmonar gestacional temprana es crucial para la supervivencia de los bebés con peso al nacer extremadamente bajo (<1000 g). Sin embargo, los pulmones estructuralmente muy inmaduros de

estos bebés se dañan fácilmente con el cuidado de rutina requerido para asegurar su supervivencia. ⁽²⁾

La insuficiencia respiratoria es uno de los principales motivos por el que los niños pueden precisar ingreso en una unidad de cuidados neonatales. El fallo respiratorio implica un inadecuado intercambio de oxígeno y/o dióxido de carbono que puede ser debido a lesión pulmonar, fallo cardíaco, enfermedades neurológicas, musculares o fallo multiorgánico, entre otras causas. Estos pacientes con frecuencia requieren ventilación mecánica para mejorar el intercambio gaseoso y disminuir el trabajo respiratorio.

Para disminuir las complicaciones asociadas a la ventilación mecánica se está empleando cada vez más la ventilación no invasiva (VNI). Su principal ventaja es evitar la intubación intratraqueal y la traqueostomía y disminuir secundariamente el riesgo de neumonía asociada a ventilación mecánica y las necesidades de sedación, permitiendo en ocasiones la alimentación oral. La VNI puede estar indicada en la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) o crónica agudizada pero también en el postoperatorio de determinados trastornos para facilitar y acelerar la retirada de la ventilación mecánica invasiva, para evitar la re-intubación intratraqueal y en pacientes que, por medidas de limitación terapéutica, no deban ser intubados.

La extensión de la aplicación de la VNI en adultos se inició a finales de la década de 1980 en pacientes con hipoventilación nocturna pero su introducción en los pacientes más pequeños se inicia a mediados de los años 90 en Estados Unidos en aquellos bebés que padecían insuficiencia respiratoria crónica sin hipoxemia/ hipoxia. Desde entonces esta nueva modalidad de ventilación asistida se está empleando cada vez más en pacientes pediátricos y neonatos con insuficiencia respiratoria de distinta etiología. ⁽³⁾

Además de la ventilación mecánica se incluyen dentro del manejo terapéutico otras técnicas coadyuvantes como la administración de corticosteroides inhalatorios, surfactante externo (LISA, INSURE), terapia con óxido nítrico inhalado (iNO), vitamina A y Cafeína con el fin de acelerar la maduración extrauterina del pulmón. ⁽⁴⁾

Partiendo de esta relación entre la aplicación de ventilación mecánica invasiva en niños prematuros e injuria pulmonar surge el interrogante de si una estrategia ventilatoria más gentil, como podría ser la utilización de ventilación mecánica no invasiva en alguna de sus variantes, generaría menores complicaciones pulmonares, como el desarrollo de broncodisplasia pulmonar, en esta población tan frágil.

El propósito de este trabajo es indagar sobre estas modalidades ventilatorias no invasivas utilizadas en el área de cuidados críticos neonatales y exponer la utilidad que presentan a la hora de disminuir las complicaciones pulmonares que se desarrollan en estos pacientes como resultado de la aplicación de ventilación mecánica invasiva.

II. Objetivos:

II.1 Objetivo general

Analizar, a partir de una revisión bibliográfica, los efectos de la aplicación de soportes ventilatorios no invasivos en la atenuación de las complicaciones pulmonares que ocurren como consecuencia del uso de ventilación mecánica invasiva en pacientes prematuros.

II.2 Objetivos específicos

- Indagar sobre las opciones terapéuticas de ventilación no invasiva utilizadas en pacientes nacidos pretérmino para minimizar el impacto de las complicaciones que se presentan como consecuencia de la aplicación de ventilación mecánica invasiva y el desarrollo pulmonar incompleto.
- Describir los efectos de los soportes de ventilación mecánica no invasiva señalando, si existiese, un mayor beneficio de una modalidad respecto a otra.
- Comparar la capacidad que presentan los soportes ventilatorios no invasivos para disminuir las complicaciones causadas por la ventilación mecánica invasiva, disminución en la tasa de morbilidad y mortalidad, cantidad de días de internación en el área de cuidados intensivos y secuelas en el desarrollo pulmonar.
- Exponer los beneficios de los soportes ventilatorios no invasivos en la prevención y desarrollo de complicaciones en los pacientes prematuros.
- Conocer el aporte de la kinesiología en la atención de la población neonatal y la intervención en el área de cuidados críticos neonatales

III. Justificación

La inmadurez del pulmón del prematuro no es solamente anatómica o fisiológica sino también morfológica y funcional, ya que el desarrollo pulmonar aún no se ha completado en estos niños. El pulmón con déficit de surfactante es incapaz de mantener una aireación y un intercambio gaseoso adecuados.⁽²⁾

Esta inmadurez sumada a las consecuencias deletéreas del manejo del síndrome de dificultad respiratoria (SDR) con ventilación invasiva han conducido a una investigación más profunda de las modalidades de ventilación no invasiva (VNI).⁽³⁾

Dada la relación bien establecida entre la exposición a la ventilación mecánica invasiva y la lesión pulmonar neonatal, los neonatólogos han buscado estrategias eficaces de asistencia respiratoria no invasiva en lactantes de alto riesgo.⁽⁴⁾

Por lo anteriormente mencionado, es de vital importancia poder comprender los efectos que causan las distintas modalidades ventilatorias sobre el pulmón de los recién nacidos pretérmino con el fin de emplear dispositivos más gentiles que atenúen la posibilidad de una lesión pulmonar iatrogénica como también entender la importancia que representan las acciones para aminorar las complicaciones futuras en el desarrollo del niño nacido pretérmino entre las cuales podemos mencionar aumentos no sincrónicos en el tamaño de los pulmones y el calibre de las vías respiratorias que contribuyen a la obstrucción del flujo de aire, inflamación crónica de las vías respiratorias, atrapamiento de aire, cambios enfisematosos y una disminución de la función pulmonar a medida que envejecen.

IV. Marco teórico

1. ¿Qué es un paciente prematuro?:

1.1. Concepto

Se conoce como prematuro a todo aquel niño nacido antes del término de su gestación.⁽⁵⁾ La edad gestacional (EG) del recién nacido es el mejor predictor de la evolución a corto y largo plazo así como de las necesidades asistenciales desde antes de nacer (cuidados antenatales), luego en los primeros minutos de vida y finalmente en la evolución hasta su egreso hospitalario.

El riesgo de muerte y/o de secuelas, así como el tiempo de estadía hospitalaria, está vinculado al grado de inmadurez. Entre los recién nacidos pretérminos inmaduros (≤ 33 semanas de EG) si bien los resultados dependen de cada centro asistencial, de manera general el riesgo de muerte parece ser significativamente mayor en los menores de 27 semanas de edad gestacional.

En Latinoamérica para este grupo de pacientes y sobre todo para los recién nacidos entre 23 y 25 semanas de edad gestacional la mortalidad en sala de partos puede aproximarse al 50 % de los casos.

En Argentina, la prevalencia de prematuridad (<37 semanas de gestación) es de 8%. Los recién nacidos <1500gr. (1,2% de los 700.000 nacimientos anuales en el país) representan 8.400 niños aproximadamente.⁽⁶⁾

La morbilidad también mantiene una relación inversa con la edad gestacional, la presencia de displasia broncopulmonar (DBP) y retinopatía de prematuro (ROP) alcanzan una incidencia mayor al 50% en los pacientes con edad gestacional menor a las 27 semanas. La interrupción del desarrollo sumado a la lesión secundaria a las conductas asistenciales, son la principal causa de estas alteraciones, que acompañan a estos pacientes durante toda su vida.

En la actualidad la implementación de estrategias de prevención desde la sala de partos parece ser la conducta más efectiva para mejorar la calidad de vida del RNPT (recién nacido pre termino), y efectivizarlas es el desafío de todo centro asistencial.⁽⁷⁾

En la tabla 1 se clasifica al recién nacido según su edad gestacional (Silvera.2009)⁽⁷⁾

Tabla 1. Clasificación del recién nacido de acuerdo a su edad gestacional.

Clasificación		EG (s)	Resultados
Pos término		> 41	Morbilidad y mortalidad aumentada por insuficiencia placentaria y patologías de la adaptación a la vida extrauterina.
Término	Maduro	39 a 40	Requieren asistencial institucional.
	Inmaduro	37 a 38	Periodo de menor riesgo de morbilidad. No requiere asistencia institucional
Prematuro	Tardío o maduro	34 a 36	Mortalidad muy baja, morbilidad presente por patologías de la transición. No requiere asistencia institucional.
	Inmaduro	28 a 33	Mortalidad baja, morbilidad aumentada por patologías de la transición. Requiere asistencial institucional de tercer nivel en la primera semana de vida.
	Baja viabilidad	26 a 27	Mortalidad moderada a elevada, morbilidad elevada. Requiere equipo asistencial e infraestructura de tercer nivel desde el nacimiento. Requiere asistencia institucional entre 2 a 7 semanas. Seguimiento por equipo multidisciplinario a largo plazo.
	Muy baja viabilidad	23 a 25	Mortalidad muy elevada, morbilidad en casi todos los pacientes. Requiere equipo asistencial e infraestructura de tercer nivel desde el nacimiento. Requiere asistencia institucional entre 6 a 10 semanas. Seguimiento por equipo multidisciplinario a largo plazo.

1.2 Determinantes del parto prematuro:

Las causas del parto prematuro se pueden dividir en dos subgrupos:

1. *Parto prematuro espontáneo*: Inicio espontáneo del trabajo de parto o después de la ruptura prematura de membranas ovulares (RPMO).
2. *Parto prematuro indicado por un proveedor de salud*: Inducción del trabajo de parto o parto por cesárea antes de las 37 semanas de gestación completas por indicaciones maternas, obstétricas o fetales.

1.2.1 Determinantes del parto prematuro espontáneo:

Este es de origen multifactorial, resultado de la interacción de varios factores que activan la contractilidad uterina antes de que se completen las 37 semanas de gestación.

La RPMO en embarazos simples es responsable de 8,5-51,2% y el trabajo de parto espontáneo de 27,9%-65,4% de todos los partos prematuros. En Estados Unidos, 69% de los partos prematuros fueron espontáneos. Sin embargo, estos factores varían según la edad gestacional y según factores sociales y ambientales, pero en la mayoría de los casos, las causas permanecen sin identificar.

Varios factores han sido implicados, entre ellos el antecedente de parto prematuro previo, la edad de la madre (<20 años o >35 años), el periodo intergenésico corto y un índice de masa corporal bajo. Un factor importante asociado al parto prematuro es el embarazo múltiple que aumenta el riesgo de parto prematuro en casi 10 veces cuando se le compara con embarazos simples. Se incluye también las patologías infecciosas en la madre (infección del tracto urinario, vaginosis bacteriana, sífilis, infección por VIH, corioamnionitis, colonización materna por *Streptococcus* del grupo B, entre otros), la insuficiencia de cuello uterino, tabaquismo, consumo de alcohol en exceso y enfermedad periodontal. Se discute el papel que juega la etnicidad, pero esta se ve influenciada por factores socioeconómicos y estilos de vida, así como por la genética. ⁽¹⁾

1.2.2 Determinantes sociales del parto prematuro:

Los atributos de la enfermedad que son influenciados por la posición social (estado financiero, marginalidad social, desempleo a largo plazo, entorno físico, entorno laboral, etc.); factores que pueden alterar las consecuencias de la enfermedad en términos de supervivencia, capacidad funcional y calidad de vida (naturaleza de la enfermedad/lesión, desigualdad en la utilización de los servicios de salud, ausencia de personal de salud, limitaciones logísticas, etc.); deficiencia de servicios de salud en sectores de difícil acceso geográfico, como áreas rurales, donde hay ausencia de profesionales de la salud e insuficiente suministro continuo de insumos, incluyendo medicamentos.

El acceso a la anticoncepción en adolescentes y mujeres adultas, se ha identificado como una de las medidas protectoras contra el parto prematuro. El control prenatal (CPN) adecuado se ha identificado como medida protectora contra el parto prematuro. El desplazamiento y la migración afectan principalmente a comunidades en situaciones socioeconómicas pobres y de violencia. ⁽⁸⁾

1.3 Peculiaridades del paciente prematuro

Los cuidados del recién nacido están determinados por los cambios fisiológicos que implican el paso de la vida intrauterina a la extrauterina, lo cual requiere de la puesta en marcha al nacer de complejos mecanismos de homeostasis maduración de órganos y sistemas indispensables para poder sobrevivir fuera del útero materno. A todas estas complejas modificaciones que ocurren durante el período neonatal y que lo definen, se las denomina “adaptación” y se caracteriza por ser sumamente dinámica, a tal punto que situaciones clínicas o de laboratorio francamente patológicas a determinadas horas o días de vida son normales en poco tiempo. Se trata de la etapa de mayor vulnerabilidad en la vida del ser humano y donde existen más probabilidades de enfermar y morir o de presentar secuelas graves, particularmente neurológicas.

Muchos de los problemas que aquejan al recién nacido están estrechamente relacionados con alguna falla en este mecanismo de adaptación, otorgándole al neonato características de gran labilidad y dependencia por lo que es imaginable la gravedad que implica agregar a esto una patología congénita y más aún si se trata de un niño prematuro, situaciones que se potencian entre sí sumando peligrosidad al complejo escenario.

1.4 Cuidados inmediatos del neonato:

Los neonatos de postérmino y en gran medida los desnutridos presentan mayoritariamente dificultades vinculadas a la insuficiencia placentaria crónica o aguda y pueden nacer asfixiados, aspirar meconio, desarrollar alteraciones metabólicas o poliglobulia. Aunque estos límites se han extendido con el correr del tiempo y la evolución de la tecnología, la sobrevida y el grado de secuelas potenciales marcan algunos criterios medianamente consensuados entre los neonatólogos y, en general, se considera que por debajo de las 23 semanas de gestación las medidas para sostener la vida son probablemente fútiles.

Se recomienda apropiado obtener saturaciones entre 70%-80% durante los primeros minutos de vida, luego entre 85% y 92% si se mantiene frecuencia cardíaca normal. Siempre se debe disminuir la cantidad de oxígeno administrado con saturaciones mayores de 95%, usar presiones inspiratorias tan bajas como sea posible para lograr buena excursión torácica, saturación y frecuencia cardíaca adecuada, mantener la termorregulación, disminuir el riesgo de daño cerebral y el uso de oxímetro de pulso durante la reanimación (88-92% para < 32 semanas y < 1.200 gramos, y valores de 88-94% para >32 semanas y >1.200 gramos.)

En la tabla 2 se describen los riesgos que presenta el recién nacido pretérmino. (Cannizzaro y Paladino. 2011) ⁽⁹⁾

Tabla 2. Riesgos de los neonatos pretérmino

- Tienen la piel delgada con gran área de superficie relativa a la masa muscular y falta de grasa, por lo que pierden calor fácilmente.
- Sus tejidos inmaduros se pueden dañar con el exceso de O₂.
- Presentan insuficiencia respiratoria por inmadurez muscular.
- La inmadurez del sistema nervioso hace que los esfuerzos por respirar sean débiles.
- Presentan pulmones inmaduros y con déficit de surfactante por lo que tienen que hacer más esfuerzo para respirar y se pueden dañar fácilmente.
- El sistema inmunológico es inmaduro, esto ocasiona más riesgo de nacer infectados o infectarse.
- Sus capilares frágiles de la matriz germinal pueden romperse durante el desarrollo del sistema nervioso central y causar hemorragia intra o periventricular.
- Tienen un volumen sanguíneo pequeño, esto los hace más susceptibles a la hipovolemia.

Por esto en la reanimación se requieren medidas de cuidado adicional:

- Limitar la administración de O₂ (< 100%). Utilizar siempre mezclador. Los trabajos de investigación no son concluyentes sobre qué concentración de O₂ usar, pero se considera que será el necesario como para corregir la hipoxemia, teniendo en cuenta que en la vida fetal la saturación de la oxihemoglobina es de 60%.

2. Características anatómicas del paciente prematuro

Si se compara el aspecto de un neonato con un niño mayor o un adulto se observa que varían sus proporciones corporales, en general cuanto más prematuro es y más pequeño, tendrá mayor superficie corporal en su cabeza, extremidades pequeñas y tórax alargado.

La composición corporal es muy diferente y la proporción de peso asignada a los órganos del neonato en relación al adulto tiene variaciones significativas.

La vía aérea superior (ventilación alveolar) está compuesta por conductos cartilaginosos, heterogéneos, que no participan del intercambio gaseoso, se extiende desde la nariz hasta la tráquea extratorácica. Su función consiste en filtrar, conducir, humidificar y atemperar el aire e intervenir en el proceso de vocalización. La vía aérea superior se estrecha progresivamente hasta los bronquios de pequeño calibre, la vía respiratoria membranosa y los bronquiolos terminales.

Toda ella es distensible, compresible y extensible y sus ramificaciones irregulares a excepción del anillo cricoides (única estructura circular no distensible). El balance estable de presión entre distintas fuerzas ayuda a mantenerla permeable, es así que diversos factores de compresión extra e intramurales, como pequeños cambios en la postura o flexión del cuello, producen importantes modificaciones de sección y diámetro, pudiendo obstruirlas con facilidad.

La vía aérea inferior incluye la tráquea intratorácica y lleva los gases respiratorios para su intercambio en los bronquiolos terminales, bronquiolos respiratorios y los ductos alveolares. El músculo liso de la ventilación alveolar juega un rol importante en el control de la luz de la vía respiratoria y su tono es evidente desde etapas tempranas de la vida fetal controlando la permeabilidad por medio de la inervación excitatoria e inhibitoria que produce broncoconstricción y broncodilatación, respectivamente.

Las costillas del neonato son cartilaginosas y la configuración de la caja torácica tiende a ser circular más que elipsoide como en el adulto. El ángulo de inserción del diafragma es casi horizontal en lugar de oblicuo (como en el adulto) esta característica determina una reducción en la eficacia de la contracción.⁽⁹⁾

3. Desarrollo y fisiología del sistema respiratorio:

Funcionalmente en el neonato y especialmente en el prematuro la caja torácica ofrece poca oposición al colapso pulmonar al fin de la espiración explicando así la baja capacidad residual funcional (CRF) y el bajo volumen pulmonar total que poseen aun en ausencia de enfermedad.

En el recién nacido sano, la frecuencia respiratoria es de 30-60 veces por minuto, es decir, que cada ciclo dura entre 1 y 2 segundos. La fase inspiratoria es activa y el tiempo inspiratorio normalmente dura 0,3-0,6 segundos; la fase espiratoria es pasiva y dura el resto del ciclo.

Los problemas respiratorios constituyen una importante causa de mortalidad y morbilidad en el recién nacido. El cambio de la respiración intrauterina por la placenta a la extrauterina pulmonar le da una característica única a estos problemas que en gran medida se producen por una alteración de la adaptación cardiopulmonar. Hay problemas respiratorios propios del prematuro (RNPr) y otros que ocurren principalmente en el recién nacido a término (RNT). En el caso del RNPr, la inmadurez en los mecanismos de adaptación respiratoria se expresa en problemas específicos. Las infecciones perinatales ocurren en ambos grupos y son una causa frecuente de problemas respiratorios.

3.1 Clasificación de los problemas respiratorios del recién nacido prematuro:

- Problemas respiratorios relacionados con la asfixia perinatal.
- Problemas respiratorios condicionados por la prematurez y la reabsorción del líquido pulmonar.
- Problemas respiratorios condicionados por trastornos de la circulación pulmonar.
- Infecciones respiratorias del recién nacido (neumonía)
- Problemas respiratorios crónicos (displasia broncopulmonar).

El desarrollo prenatal del sistema respiratorio no está completo hasta que no se ha formado una estructura de intercambio suficiente para sustentar al feto en el momento de su nacimiento, esto incluye la vasculatura pulmonar, la superficie de intercambio gaseoso, la estructura del tórax y el desarrollo neuronal y muscular. Este desarrollo, sin embargo, continúa luego del nacimiento hasta avanzada la infancia.

El desarrollo pulmonar está diseñado en base a un objetivo funcional (interfase aire-sangre) a través de una gran área de superficie y una barrera compuesta por tejido extremadamente delgado y organizado.

Sobre esta base se produce el desarrollo por medio de dos mecanismos: el crecimiento (fenómeno cuantitativo) y la maduración (fenómeno cualitativo), ambos progresan separadamente.

Hay factores que influyen en la maduración del pulmón fetal, estos son físicos como los movimientos respiratorios, el líquido pulmonar y el volumen torácico; hormonal como los glucocorticoides, la insulina y la prolactina, y locales como el monofosfato cíclico y las metilxantinas.

En lo que respecta a la musculatura, el diafragma contiene menos fibras musculares del tipo I (de contracción lenta, altamente oxidativas) resistentes a la fatiga. El diafragma del niño pretérmino contiene únicamente alrededor de 10% de fibras altamente oxidativas en comparación con en el recién nacido a término en el cual existen aproximadamente 25%. La relación ventilación alveolar-capacidad residual funcional es de 5-1 (distante de la 1,5-1 en el adulto). Esto influye sobre la velocidad de inducción y recuperación.

La capacidad de producir mayor presión intratorácica está reducida por el menor grado de retracción costal y esternal. Los músculos respiratorios tienen distinto grado de maduración influyendo negativamente en la fatiga cuanto más inmaduro sea el neonato.

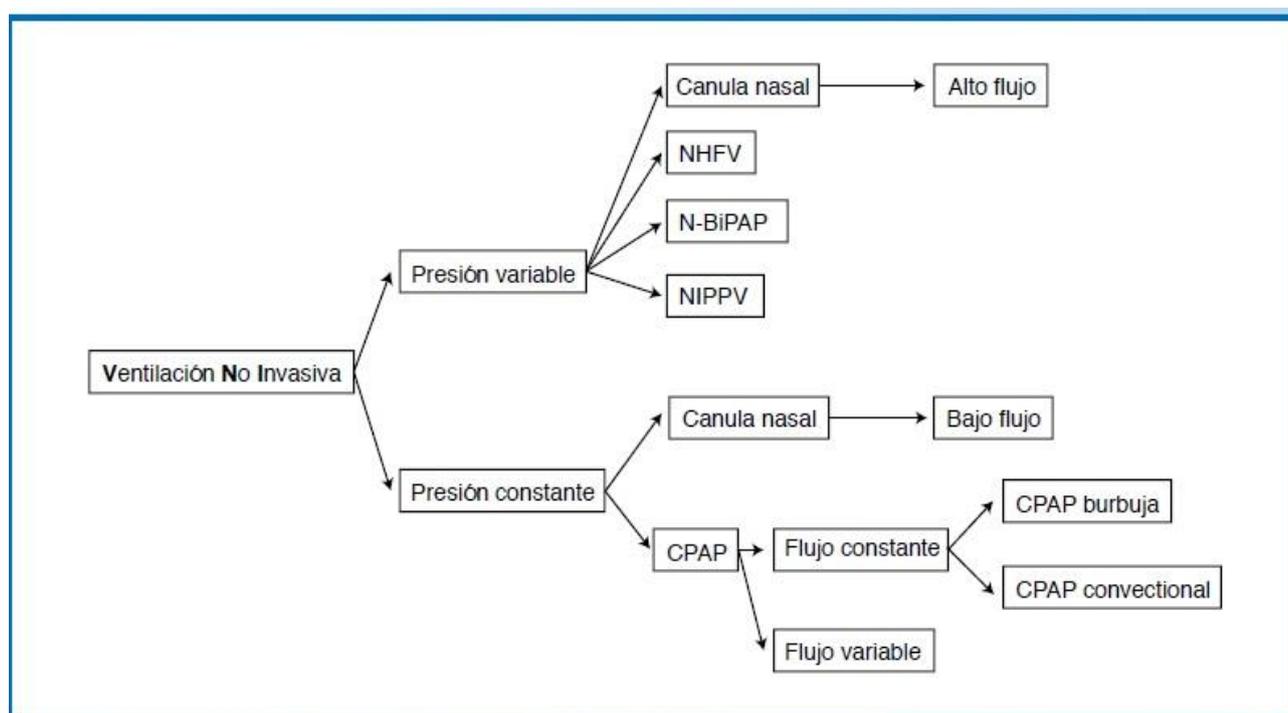
En adición a lo anteriormente dicho, tienen cierto grado de insuficiencia ventilatoria restrictiva condicionada por la presencia de hígado y estómago relativamente grandes, lo que dificulta los movimientos respiratorios torácicos.⁽⁹⁾

4. Ventilación no invasiva (VNI)

El término VNI se refiere a cualquier método de proporcionar apoyo respiratorio donde no se utiliza un tubo endotraqueal. Los diversos métodos incluyen la administración de oxígeno a través de una campana, cánula nasal de alto flujo calentada y humidificada (HHHFNC o HFNC), presión positiva continua sobre la vía aérea nasal (CPAP), ventilación con presión positiva intermitente (IPPV), presión positiva binivel en las vías respiratorias (BiPAP), ventilación de alta frecuencia oscilatoria (HFOV) y asistencia ventilatoria no invasiva ajustada neuralmente (NIV-NAVA). En la tabla 3 se resumen esquemáticamente las variantes de VNI.

Todos estos dispositivos son impulsados por un gas caudal, que puede ser administrado con o sin generador de presión (HFNC); presión generada a un solo nivel (CPAP) o a dos niveles (IPPV y BiPAP).⁽¹⁰⁾

Tabla 3. VNI y sus variantes. (Paziencia et al. 2021) ⁽¹¹⁾



Para poder entender mejor los efectos de esta modalidad ventilatoria no invasiva y sus variantes es necesario explicar la fisiología normal de la respiración:

Durante la inspiración, para introducir aire en los pulmones la musculatura respiratoria debe crear suficiente presión como para vencer dos fuerzas: una estática, el incremento en la presión de retracción del pulmón cuando éste aumenta de volumen, y otra dinámica, la fricción asociada con el flujo por la vía aérea. Durante la espiración pasiva, la salida del aire está dada por el retroceso

elástico de los tejidos y la relajación de los músculos inspiratorios, a diferencia de la espiración activa donde la misma está dada por los músculos espiratorios.

Las propiedades estáticas de la mecánica respiratoria se estudian en condiciones de flujo aéreo igual a 0 L/s (litros por segundo). La presión atmosférica media (P_{atm}) es la presión que hay en la boca, y es de 760 mmHg a nivel del mar, pero para los cálculos de la fisiología pulmonar se considera que su valor es 0 cm H₂O (la presión de referencia). La presión del interior del alvéolo (P_{alv}) y la presión del interior del espacio pleural (P_{pl}) son presiones estáticas y deben medirse sin que exista flujo del aire. Se denomina presión de retracción del pulmón o presión transpulmonar (PTP) a la diferencia estática de presión entre el alvéolo y el espacio pleural (P_{pl}) [$PTP = P_{alv} - P_{pl}$], y presión de retracción de la caja torácica o presión transcaja (PTC) a la diferencia estática de presión entre la P_{pl} y la atmósfera [$PTC = P_{pl} - P_{atm}$]. La suma algebraica de $PTP + PTC$ se conoce como presión de retracción total del sistema respiratorio.

En este punto, es necesario remarcar una propiedad capital de la estática respiratoria: el pulmón únicamente cambia de volumen cuando cambia de magnitud la PTP. Contrariamente a lo que se piensa, lo que hace cambiar de volumen al pulmón no es el valor de la presión alveolar, sino el valor de la presión transpulmonar. Cuando el pulmón se llena de aire, cada volumen pulmonar se corresponde con un valor específico de PTP. Sean cuales sean los valores de P_{alv} y P_{pl} , si la PTP es +5 cmH₂O, el pulmón se rellena de un volumen de aire que es la capacidad residual funcional (CRF), si la PTP es igual a +30 cmH₂O, el pulmón está a capacidad pulmonar total (CPT), y si la PTP es igual a +3 cmH₂O su volumen es el volumen residual (VR).

En cuanto a la dinámica de la respiración, como en toda dinámica de fluidos rige un principio general: el aire se mueve siempre a favor del gradiente de presión. Si no hay gradiente entre la boca y los alvéolos no existe movimiento del aire. Si la presión dentro del alveolo (P_{alv}) es menor que la P_{atm} el aire entrará en los alveolos y si la P_{alv} es superior a la P_{atm} el aire saldrá de los alvéolos. Cuando ambas presiones coincidan el flujo del aire cesará. Antes de una inspiración la musculatura respiratoria (diafragma y músculos accesorios) está en reposo. La tendencia natural a la retracción de la caja torácica hace que en la cavidad pleural (P_{pl}) exista una presión infraatmosférica de aproximadamente -5 cmH₂O, pero la presión alveolar coincide con la de la atmósfera ($P_{alv} = P_{atm} = 0$ cmH₂O), por lo que no hay flujo de aire. La PTP es $PTP = 0 - (-5) = +5$ cmH₂O, y ello lleva el volumen pulmonar a capacidad residual funcional (CRF), el volumen de reposo del sistema respiratorio.

La inspiración se inicia inmediatamente antes de que comience a entrar el aire con la contracción de los músculos inspiratorios. Ello disminuye la presión del espacio pleural (P_{pl}), haciéndole más negativa. Durante ese instante inicial no hay aún entrada de aire, el pulmón no ha cambiado de volumen, y eso sólo puede significar que inicialmente la PTP se ha mantenido constante. La única forma de que esto se produzca es que inmediatamente antes de que comience a entrar el aire, la

caída de la Ppl provoque una caída de la Palv en la misma magnitud. Es esa caída de la Palv a niveles inferiores a la Patm la que genera el gradiente para que se produzca la entrada de aire.

La caída de la Palv genera un flujo de entrada que produce que los pulmones vayan llenándose de aire y ganando volumen. El cambio, mientras el volumen pulmonar incrementa paulatinamente la PTP, la contracción de la musculatura hace caer aún más la Ppl pero la entrada de aire a los alvéolos no deja caer mucho la Palv. Esta situación se mantiene durante toda la inspiración hasta que, en la fase final la contracción muscular es máxima y el volumen pulmonar y la PTP alcanzan su valor máximo pero la Palv y la Patm se igualan y cesa el flujo de aire. En este punto se produce la pausa inspiratoria.

Tras la pausa inspiratoria se produce bruscamente el cese total de la contracción de la musculatura respiratoria. El pulmón mantiene su volumen máximo, y ello significa que la PTP es idéntica a la que había durante la pausa inspiratoria (no hay aún pérdida de volumen), pero el cese de la contracción muscular convierte la Ppl en cero. Toda la PTP se debe ahora a la Palv, que alcanza valores máximos debido a la tendencia a la retracción pasiva del tejido pulmonar. El incremento de la Palv por encima de la atmosférica origina el flujo de salida del aire. Una vez ha salido todo el aire cesa el flujo: la presión alveolar y la atmosférica se igualan ($Palv = Patm = 0$ cmH₂O), y la Ppl vuelve a su valor de reposo ($Ppl = -5$ cmH₂O). La PTP se hace de 5 cmH₂O y el pulmón se mantiene en un volumen igual a la CRF. Luego, el proceso vuelve a comenzar.

4.1 Fundamento fisiológico de la presión de soporte

Cuando al inspirar, el paciente que presente una alteración a nivel pulmonar es incapaz de generar suficiente fuerza de contracción muscular como para disminuir la Ppl a una cifra, por ejemplo, inferior a -7 cmH₂O, se produce la situación donde la Palv coincide con la atmosférica, la PTP máxima será de $+7$ cmH₂O, y el pulmón no podrá llenarse casi de aire. Es lo que ocurre clínicamente cuando el paciente entra en distrés respiratorio.

Si ahora, y sólo durante el tiempo que dura la inspiración, existiese la posibilidad de presurizar rápidamente la vía aérea para que la Palv suba hasta un valor preestablecido (llamado presión de soporte), con el mismo esfuerzo muscular ($Ppl = -7$ cmH₂O) la PTP se hace mucho mayor, y el pulmón alcanza un volumen inspiratorio mucho más alto. Cuando cesa la inspiración, la vía aérea se despresuriza, pero ocurre igual que en la ventilación espontánea: el cese de la contracción muscular convierte la Ppl en cero.

Toda la PTP se debe ahora a la Palv, que alcanza valores máximos debido a la tendencia a la retracción pasiva del tejido pulmonar. El incremento de la Palv por encima de la atmosférica origina el flujo de salida del aire. De esta manera en la ventilación con presión de soporte será necesario contar con una manera de saber que la inspiración comienza (trigger inspiratorio), un valor de presión a la que presurizar la vía aérea sólo durante la inspiración, y una manera de saber que la inspiración ha terminado (trigger espiratorio).

Así pues, factores clave para que funcione una modalidad de presión de soporte o Spontaneous/ Timed (S/T), en nomenclatura de respiradores específicos de VNI, son:

- La sincronía inspiratoria.
- La sincronía espiratoria.
- La compensación rápida de fugas del sistema, para poder alcanzar los valores pautados de presión durante la inspiración.

Las características de cada respirador en estos aspectos serán determinantes para conseguir resultados adecuados, en especial en aquellos grupos de pacientes con altos requerimientos fisiológicos (frecuencia respiratoria alta, tiempo inspiratorio muy corto, pico de flujo inspiratorio débil) como por ejemplo, los lactantes, los prematuros y los pacientes neuromusculares.⁽¹¹⁾

4.2 Función de la ventilación no invasiva:

4.2.1 Como soporte primario (preintubación):

En los pacientes prematuros (< 37 semanas), el método de soporte primario no invasivo por excelencia es la presión positiva continua en las vías respiratorias (continuous positive airway pressure, CPAP). Su uso se encuentra ampliamente estudiado para la patología principal que sufren estos pacientes, que es la enfermedad de la membrana hialina (EMH).

En cambio, en los pacientes a término en los que pierde fuerza la EMH, su uso está más limitado. En este grupo de pacientes, la enfermedad predominante (en aquellos sin otras patologías asociadas) es la taquipnea transitoria del recién nacido. Si bien la CPAP reduce el tiempo de evolución en esta patología, también se asocia a un aumento de la incidencia de neumotórax. Dado que se trata de una patología de curso benigno, es preferible utilizar dispositivos que permitan administrar oxígeno sin presión positiva, como los halos cefálicos o las cánulas nasales.

4.2.2 Como soporte secundario (posextubación)

Una vez que el paciente haya requerido ingresar en asistencia ventilatoria mecánica, tanto sea para la administración de surfactante como por la estrategia de manejo de la dificultad respiratoria o cualquier otro motivo, el uso de dispositivos de VNI disminuye las fallas de la extubación. El soporte pos-extubación, a su vez, se subdivide en el de aquellos que pasan directamente de la ventilación invasiva a la no invasiva de manera “preventiva” o el de aquellos que inician la VNI dentro de las primeras 48 horas de la extubación, a la que se denomina de “rescate”.

Es necesario evaluar la patología, los días de asistencia mecánica, las comorbilidades y los antecedentes para establecer de manera temprana el soporte necesario posterior a la extubación,

teniendo en cuenta que cuando se utiliza la VNI de rescate en un paciente con un cuadro respiratorio muy deteriorado, aumentan las posibilidades de fracaso.⁽¹¹⁾

4.3 Objetivos de la VNI

- Mejorar los síntomas del paciente, reduciendo el trabajo de los músculos respiratorios.
- Mejorar el intercambio gaseoso previniendo la intubación y la ventilación mecánica convencional, pero nunca sustituyéndolas cuando estén claramente indicadas.
- Mantener la función ventilatoria mientras se resuelva el proceso que condujo al paciente al fallo respiratorio (agotamiento, infección, cirugía, etc.).⁽¹²⁾

4.4 Indicaciones para la ventilación no invasiva:

Las indicaciones de la VNI en el fallo respiratorio agudo son cada vez más definidas y su utilización, por lo tanto, más segura y exitosa. Su auge se debe, por una parte, al deseo de reducir las complicaciones de la ventilación invasiva, y por la otra, a conseguir una mejor utilización de los recursos. Potencialmente la VNI reduce la estancia hospitalaria, los costes generados durante el ingreso y mejora el confort del paciente.

Sin embargo, la selección cuidadosa de los pacientes candidatos, la disponibilidad de material adecuado y los cuidados del equipo (personal médico, terapeutas respiratorios y enfermería) siguen siendo los determinantes más importantes para poder plantear el tratamiento con éxito, mucho más de lo que ocurre en la insuficiencia respiratoria crónica.

La ventilación mecánica no invasiva a presión positiva está indicada en las siguientes patologías que son las que más frecuentemente afectan a los neonatos, las mismas se pueden dividir en:

4.4.1 Patologías que cursan con hipoxemia:

El intercambio gaseoso se encuentra alterado y se caracterizan por ser cuadros restrictivos que presentan una disminución en la distensibilidad pulmonar:⁽¹¹⁾

•Síndrome de dificultad respiratoria

El síndrome de dificultad respiratoria (SDR) es un cuadro respiratorio agudo que afecta casi exclusivamente a los recién nacidos pretérmino (RNP). La inmadurez del pulmón del pretérmino no es solamente bioquímica, debido al déficit de surfactante pulmonar, sino también morfológica y funcional ya que el desarrollo pulmonar aún no se ha completado en estos niños prematuros. El pulmón con déficit de surfactante es incapaz de mantener una aireación y un intercambio gaseoso adecuados.

Los síntomas comienzan al poco de nacer, con dificultad respiratoria debida a las alteraciones de la función mecánica del pulmón y cianosis secundaria por anomalías del intercambio gaseoso. La dificultad respiratoria que lo caracteriza progresa durante las primeras horas de vida, alcanzando su máxima intensidad a las 24 - 48 horas de vida y, en los casos no complicados, comienza a mejorar a partir del tercer día de vida.

La incidencia y la gravedad aumentan al disminuir la edad gestacional presentándose sobre todo en menores de 32 semanas siendo del 50% entre las 26 y 28 semanas. La prevalencia es mayor en varones, en los nacidos por cesárea y segundos gemelos. También se puede presentar en niños de mayor edad gestacional nacidos de madres diabéticas con mal control metabólico y en los que han sufrido asfixia perinatal, otros problemas intraparto o durante el periodo postnatal inmediato.

El surfactante es una compleja estructura de agregados macromoleculares de proteínas, fosfolípidos y carbohidratos, siendo el componente principal la fosfatidil-colina, que representa el 70% de los lípidos, un 60% de ella en forma de dipalmitoil-fosfatidil-colina (DPPC), principal componente del surfactante para reducir la tensión superficial de la interfase aire - líquido alveolar. Se han descrito cuatro proteínas asociadas al surfactante, SP-A, SP-B, SP-C y SP-D. La SP-A y SP-B son las estudiadas y las que más intervienen en la secreción y reciclaje del surfactante y en la estabilización de la mielina tubular, aumentando la actividad del neumocito tipo II.

FISIOPATOLOGÍA

La etiología del SDR es un déficit transitorio de surfactante por disminución de la síntesis, alteraciones cualitativas o aumento de su inactivación. La pérdida de la función tensoactiva produce colapso alveolar con pérdida de la capacidad residual funcional (CRF), que dificulta la ventilación y altera la relación ventilación-perfusión por aparición de atelectasias. El pulmón se hace más rígido dificultando su distensibilidad y tiende fácil y rápidamente al colapso aumentando el trabajo y el esfuerzo respiratorio. Este aumento del esfuerzo no podrá mantenerse debido a la limitación de la fuerza muscular que afecta a la función del diafragma y facilita que la pared torácica sea más débil y con tendencia a deformarse, lo que dificulta la ventilación y el intercambio gaseoso.

Se produce cianosis por hipoxemia secundaria a las alteraciones de la ventilación-perfusión y se retiene CO₂ por hipoventilación alveolar. Todo ello produce acidosis mixta que aumenta las resistencias vasculares pulmonares y favorece la aparición de un cortocircuito derecha izquierda a nivel del ductus y del foramen, aumentando la hipoxemia. En el pulmón aparecen microatelectasias difusas, edema, congestión vascular y lesión del epitelio respiratorio, más evidente en los bronquiolos terminales, con aspecto hepatizado y poco aireado. El edema alveolar, rico en proteínas, inactiva el surfactante precisando elevadas presiones para la apertura de los alvéolos colapsados, que son superiores a 25-30 cm de H₂O para los alvéolos de menor tamaño. Cuando el paciente es sometido a ventilación asistida puede aparecer sobredistensión y rotura de los alvéolos de mayor tamaño, dando lugar a un enfisema intersticial y a un acúmulo de aire extrapulmonar (neumotórax).

CLINICA

Los primeros síntomas se inician al nacer o en las primeras horas, empeorando progresivamente, apareciendo dificultad respiratoria moderada o intensa con polipnea, tiraje costal y xifoideo, quejido, aleteo nasal y cianosis en aire ambiente. El quejido espiratorio característico es debido al paso del aire espirado a través de la glotis semicerrada, para intentar mantener un volumen alveolar adecuado y evitar el colapso alveolar.

Los niños más inmaduros presentan mayor riesgo de desarrollar enfermedad pulmonar grave y un mayor grado de complicaciones pulmonares y extrapulmonares

Las causas que pueden generar SDR son variadas y son detalladas a continuación en la tabla 4.

Tabla 4: causas de SDR en el recién nacido. (Paziencia et al. 2021) ⁽¹¹⁾

Causas cardiovasculares	<ul style="list-style-type: none">- Taquipnea transitoria del recién nacido- Aspiración del líquido meconial- Neumotórax/neumomediastino- Hipertensión pulmonar persistente- Hemorragia pulmonar- Agenesia, hipoplasia pulmonar
Malformaciones	<ul style="list-style-type: none">- Hernia diafragmática- Atresia de esófago- Malformación quística adenomatoidea
Obstrucción de vía aérea superior	<ul style="list-style-type: none">- Atresia de las coanas- Síndrome de Pierre-Robin
Causas cardiovasculares	<ul style="list-style-type: none">- Cardiopatía congénita- Miocardiopatías- Arritmia cardíaca
Causas infecciosas	<ul style="list-style-type: none">- Sepsis- Meningitis neonatal
Causas metabólicas	<ul style="list-style-type: none">- Hipotermia- Hipoglucemia
Causas neurológicas	<ul style="list-style-type: none">- Asfixia- Lesión difusa del SNC

En cuanto a las patologías que afectan a los neonatos y que cursan con síndrome de dificultad respiratoria se pueden mencionar:

- Enfermedad de la membrana hialina (EMH)

Esta patología es generada por disfunción o deficiencia parcial de surfactante, con disminución de la distensibilidad, pulmonar, aumento de la distensibilidad torácica, inestabilidad y tendencia al colapso alveolar. La causa primaria es la prematuridad y las causas secundarias, por la

inactivación/ inhibición del circuito de síntesis/recaptación de surfactante, pueden ser producidas por hemorragia alveolar, aspiración de meconio o sepsis.

- Taquipnea transitoria del recién nacido (TTRN)

Fisiológicamente, se debe a un retardo en la reabsorción del líquido pulmonar, con la consiguiente disfunción del surfactante, lo que conlleva un volumen pulmonar bajo. Las características pulmonares son similares a las de la EMH, pero con cuadros más leves. Se relaciona directamente con una alteración en la transición y puede intercurrir con hipertensión pulmonar; la clínica del paciente se deteriora y aumenta la necesidad de oxígeno o de soporte ventilatorio.

- Síndrome de aspiración de líquido meconial

Es una patología grave característica de los recién nacidos a término que compromete no solo el sistema respiratorio, dado que la aspiración de meconio suele estar ligada a un deterioro neurológico por sufrimiento fetal y asfixia. Se produce un deterioro de la función cardiovascular por afección miocárdica directa, hipertensión pulmonar y alto compromiso hemodinámico generado por la hipoxia. La mayor parte de las aspiraciones se generan intraútero. La impactación de meconio es asimétrica y provoca en un primer momento un cuadro de características obstructivas con aumento de las resistencias de la vía aérea; luego aparecen zonas de microatelectasias y zonas enfisematosas que originan un patrón de tipo restrictivo que dificulta la ventilación, a diferencia de la EMH, en la que el compromiso pulmonar se da de manera más simétrica.

4.4.2 Patologías que cursan con hipercapnia

- Displasia broncopulmonar (DBP)

La ventilación mecánica invasiva es uno de los factores de riesgo para la aparición de la DBP, caracterizada histológicamente por daño alveolar y vascular, que impide el correcto desarrollo pulmonar. La DBP se asocia también a daño neurológico a futuro, alteraciones en el crecimiento y bronquitis obstructiva recidivante.

Para disminuir el daño inducido por la ventilación mecánica, la evidencia sugiere estrategias tempranas de soporte ventilatorio no invasivo, con sus diversos modos, y la administración selectiva de surfactante. Es posible que estos niños sufran internaciones prolongadas desde su nacimiento y reciban el alta desde la sala de cuidados intensivos neonatales. Es muy común observar la presencia de apneas durante la fase del sueño, con un aumento del dióxido de carbono (CO₂) y su compensación con el aumento del bicarbonato. El soporte no invasivo domiciliario es una buena opción para evitar la hipoventilación y favorecer el desarrollo del niño en los primeros años de vida.

•Hipoventilación alveolar central

El síndrome de hipoventilación alveolar central, también llamado síndrome de Ondina, puede presentarse de manera temprana y en sus formas menos graves puede requerir soporte ventilatorio no invasivo. Este síndrome consiste en una hipoventilación central congénita asociada a un trastorno del sistema nervioso central (SNC) en el cual el control autonómico de la respiración está ausente o se encuentra deteriorado, sin enfermedad del tronco del encéfalo, neuromuscular, pulmonar, metabólica o cardíaca que lo justifique. Se asocia a alteraciones en el gen Phox-2b y se presenta de forma más acentuada durante el sueño.

El grado de afectación puede variar en cada niño y en los casos graves requiere la realización de traqueostomía y VM durante las fases del sueño. En los niños con afectación leve, un abordaje temprano con VNI puede mejorar significativamente la calidad de vida. La hipoventilación central puede presentarse secundariamente a otras alteraciones que deben estudiarse.

•Enfermedades neuromusculares

En su forma de presentación neonatal, la mayoría de las enfermedades neuromusculares presentan una gravedad que dificulta la estabilización del paciente con ventilación no invasiva (miopatía central del core, miopatía nemalínica, miastenia neonatal, miopatía de Steinert).⁽¹¹⁾

4.4.3 Otras patologías/ cuadros en las que está indicada la VNI en pacientes neonatales son:

- Soporte respiratorio posquirúrgico
- Cardiopatías congénitas
- Defectos pared abdominal
- Edema pulmonar
- Insuficiencia cardíaca
- Neumonía
- Reanimación en sala de partos
- Inestabilidad pared torácica
- Parálisis diafragmática
- Traqueomalacia.
- Tumores glóticos,
- Retro y micrognatia,
- Laringomalacia,
- Broncomalacia. ⁽¹³⁾

4.5 VNI en la insuficiencia respiratoria aguda (IRA):

Al momento de definir el paciente con IRA candidato a VNI se tendrán en cuenta:

- Criterios clínicos: síntomas y signos de dificultad respiratoria aguda como disnea moderada o grave, frecuencia respiratoria aumentada, uso de músculos respiratorios accesorios, respiración paradójica.
- Criterios gasométricos: $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ y $\text{pH} < 7,35$, o cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 250$, o, si no se dispone de gasometría arterial, cociente saturación periférica (SatO_2) / $\text{FiO}_2 < 320$, cuando $\text{SatO}_2 < 98\%$ criterio utilizado en PALIVE (estudio multicéntrico pediátrico sobre síndrome de distrés respiratorio agudo [SDRA] con criterios basados en un artículo de adultos).
- Naturaleza del proceso que haya llevado el paciente a un cuadro de IRA.
- Ausencia de contraindicaciones.

En caso de duda, estaría justificado intentar con una prueba de una hora, vigilando estrechamente al paciente para no retrasar la intubación, si fuese necesaria.

4.5.1 Predictores de éxito de la VNI en la insuficiencia respiratoria aguda (IRA):

- Un menor grado de agudeza del proceso desencadenante.
- Una mejor cooperación por parte del paciente y mejor capacidad de coordinación paciente-ventilador.
- Una mejor adaptación de la interfase al paciente, en tamaño y en forma.
- Una mejoría del intercambio gaseoso, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria en las dos primeras horas de VNI.
- Una hipercapnia moderada inicial, PaCO_2 mayor de 45 mmHg, pero menor de 90 mmHg.
- Una acidosis respiratoria moderada, con pH mayor de 7,10 y menor de 7,35.
- La ausencia de un síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) con $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 < 150$.

El signo más precoz de éxito de la VNI es la disminución de la frecuencia respiratoria. Por el contrario, la existencia de agitación, el empeoramiento de los signos de dificultad respiratoria y el empeoramiento del intercambio gaseoso son signos de fallo de la VNI. Por ello, la monitorización de las constantes vitales y la realización de los controles gasométricos (cuando estos estén indicados) deben ser especialmente valorados durante las primeras horas de tratamiento.

4.6 Contraindicaciones

En cuanto a las principales contraindicaciones descritas para la VNI se puede mencionar:

- Paciente inconsciente.
- Incapacidad de protección de la vía aérea.
- Insuficiencia respiratoria grave: (Valores de PaO₂/FiO₂ < 150-175)
- Obstrucción fija de la vía aérea.
- Secreciones abundantes y espesas.
- Vómitos.
- Inestabilidad hemodinámica (shock).
- Malformaciones y traumatismos/quemaduras craneofaciales.
- Neumotórax.
- Cirugía gastrointestinal reciente. ⁽¹²⁾

Tabla 5: Las contraindicaciones de la VNI (Paziencia et al) ⁽¹¹⁾:

ABSOLUTAS	RELATIVAS
<ul style="list-style-type: none">- Paro cardiorrespiratorio- Necesidad de protección de la vía aérea- Coma- Dificultad para mantener la permeabilidad de la vía aérea- Hemorragia digestiva activa- Insuficiencia respiratoria grave con ausencia de esfuerzo respiratorio o con riesgo de agotamiento/ paro respiratorio inminente- Inestabilidad hemodinámica- Neumotórax no drenado- Malformaciones que dificulten la colocación de la interfaz- Atresia de las coanas- Riesgo de perforación abdominal- Hernia diafragmática congénita antes de la cirugía	<ul style="list-style-type: none">- Secreciones abundantes/manejo inadecuado de las secreciones- Vómito o epistaxis incontrolable- Cirugía de la vía aérea superior o del tracto digestivo superior reciente- Falta de material adecuado o de capacitación técnica del personal sanitario

4.7 Elección de material

La correcta elección del material representa un componente crítico en el tratamiento ya que tiene un impacto directo sobre los resultados. Es necesario resaltar que todo el personal interviniente

(médicos, kinesiólogos, enfermeros, etc.) debe tener conocimiento sobre su correcto uso y aplicación.

4.7.1 Interfases

En ventilación no invasiva, las interfases son los elementos que permiten la adaptación entre el paciente y la tubuladura del ventilador mecánico. Se colocan alrededor o dentro de los orificios naturales (nariz y boca), ajustándose de forma semi-hermética. De la selección adecuada de la interfase (perfil, material) y del sistema de sujeción depende en gran medida la adaptación a la ventilación no invasiva, punto clave para evitar el fracaso de la misma. El discomfort por la interfase y la falta de sincronización son los principales factores de fracaso en las primeras horas de aplicación de la técnica.

El tipo de interfase que se elija en cada situación dependerá de dos aspectos principales:

- Edad del paciente y tipo de falla respiratoria. (hipoxémica/ hipercápnic/ mixta)
- Disponibilidad de material presente en la unidad de cuidado neonatal.

Existen varios tipos de interfases, las más conocidas son las mascarillas nasales y buconasales, pero también existen otros sistemas alternativos (almohadillas nasales, prótesis nasales, cánulas faríngeas, máscaras faciales totales, helmet, etc.).

4.7.1.1 Clasificación de las interfases

Las interfases se pueden clasificar en relación a diferentes conceptos:

- Material: silicona, gel de silicona, mezcla de ambos.
- Colocación: nasal, buconasal, prótesis binasal, oral, intranasal.
- Seguridad: con/sin válvula anti-asfixia.
- Exhalación en la interfase: vented / non vented.
- Uso: de un sólo uso, reutilizables.

a) interfases convencionales:

- Mascarillas

Las mascarillas más utilizadas en neonatos son buconasales y nasales. Deben estar fabricadas en materiales no alergénicos y adaptarse a la cara del paciente para minimizar la posibilidad de fugas. En el período neonatal las mascarillas han pasado a un segundo plano por la dificultad de realizar un sellado adecuado y su tendencia a causar obstrucción de la vía aérea nasal. Existen nuevos diseños de máscaras nasales que pueden suponer una alternativa eficaz para la VNI nasal

de los prematuros en los que otras interfases son de colocación más compleja o producen lesiones locales.

La mascarilla nasal está indicada de forma general en la falla respiratoria crónica tipo II y en la falla aguda tipo I leve siempre que el paciente no esté muy disneico, sea colaborador y mantenga la boca cerrada, pues en caso contrario la compensación de fugas hará intolerable la mascarilla.

La mascarilla buconasal es más adecuada para la falla respiratoria aguda (tipo I, II avanzada) en que el paciente no pueda respirar sólo por la nariz y en particular para pacientes disneicos que tienden a respirar por la boca. También estaría indicada ante la imposibilidad de mantener la boca cerrada con una mascarilla nasal.

La aplicación de las mascarillas nasales o buconasales es problemática en neonatos y lactantes por la escasa oferta de material para estas edades y por la dificultad del manejo y mantenimiento de estos sistemas en pacientes de corta edad (alimentación, llanto, movimientos, etc.).

Cada tipo de interfase tiene ventajas e inconvenientes. Por ejemplo, la interfaz buconasal presenta mayor eficiencia en el paciente disneico y se evitan las resistencias nasales, pero como desventaja presenta un manejo más complicado en caso de tos o vómitos y mayor espacio muerto. Por su parte, la interfaz nasal presenta menor espacio muerto, más tolerancia a largo plazo y menor claustrofobia, pero como desventaja ocurre que tiene mayor porcentaje de fuga si el paciente mantiene la boca abierta.

A pesar de los materiales utilizados, la irritación cutánea por presión es una de las complicaciones más frecuentes pudiendo llegar a producirse necrosis cutánea. Esta complicación puede minimizarse con la aplicación previa de apósitos especiales, maniobra que debe realizarse de forma sistemática en todos los pacientes antes del inicio de la VNI.

Otro dispositivo que incorporan algunas mascarillas es una válvula antiasfixia, cuya función es permitir la captación de aire fuera de la tubuladura para permitir la inhalación de aire en caso de fallo del respirador o falta de suministro eléctrico. La válvula actúa como una puerta que es elevada por el flujo de aire emitido por el respirador. En caso de ser insuficiente el flujo de aire, la puerta cae permitiendo la respiración del aire ambiente. Si la presión positiva espiratoria (EPAP) es excesivamente baja o si se utilizan respiradores convencionales de flujo discontinuo, esta válvula puede elevarse y caer de forma intermitente en cuyo caso se deberá aumentar la EPAP o preferentemente escoger otra mascarilla. Estas interfases no deben utilizarse en respiradores convencionales con módulo de VNI pues no compensan bien las fugas. Se deberán utilizar interfases sin válvula antiasfixia.

Desde un punto de vista práctico, se debe disponer de un amplio surtido de interfases que permita escoger la más adecuada para cada niño e incluso, considerar la posibilidad de cambiar de interfase durante el día, aliviando así la presión en la misma zona de la cara. Es preciso indicar

que, a menudo, se utilizan mascarillas diseñadas para pacientes adultos en niños, aprovechando una mascarilla nasal de adulto como buconasal.⁽¹²⁾

Tabla 5: Las recomendaciones de los distintos tipos de interfases según la edad del paciente. (Medina Villanueva et al).⁽¹²⁾

IRA	Edad	Elección	Alternativas
TIPO I	Neonatos	Prótesis binasal corta	Tubo nasofaríngeo Mascarilla nasal
	Lactantes < 1 año	Mascarilla nasal grande usada como buconasal	Mascarilla nasal Prótesis nasal corta Helmet
	1-6 años	Mascarilla buconasal	Mascarilla nasal Tubo nasofaríngeo
	6-12 años	Mascarilla buconasal	Mascarilla nasal Helmet
	> 12 años	Mascarilla buconasal	Máscara facial total Helmet Mascarilla nasal
TIPO II	Neonatos	Prótesis binasal corta	Mascarilla nasal/Tubo nasofaríngeo
	Lactantes < 1 año	Si $FiO_2 < 0,5$ mascarilla nasal, prótesis binasal Si $FiO_2 > 0,5$ nasal grande como buconasal	Prótesis nasal corta Tubo nasofaríngeo Nasal grande como buconasal Helmet
	1-6 años	Mascarilla buconasal	Mascarilla nasal Tubo nasofaríngeo
	6-12 años	Si $FiO_2 < 0,5$ mascarilla nasal Si $FiO_2 > 0,5$ buconasal	Mascarilla buconasal
	> 12 años	Si $FiO_2 < 0,5$ mascarilla nasal Si $FiO_2 > 0,5$ buconasal	Mascarilla buconasal Máscara facial total

b) Interfases neonatales

La utilización de máscaras fuertemente ajustadas a la cara o dispositivos que requieren sellado a nivel del cuello han sido desestimados en neonatos como consecuencia de las serias complicaciones asociadas con su aplicación que incluyen un aumento de la hemorragia intracerebral y de la hidrocefalia posthemorrágica. Actualmente, la VNI neonatal se hace de forma casi exclusiva a través de dispositivos o interfases nasales. De los sistemas de interfase para neonatos y lactantes se destacan:

- Prótesis intranasal:

Indicadas en el neonato o lactante pequeño con insuficiencia respiratoria tipo I y tipo II. La prótesis única constituye una técnica simple que continúa siendo aplicada ampliamente a pesar de que la mayoría de autores la consideran inferior a la binasal.

- Prótesis binasal

En la VNI neonatal, la prótesis binasal es la interfase de elección. Son sencillas, eficaces y seguras, aunque presentan riesgo de causar trauma nasal y algunas pueden asociar un aumento

significativo del trabajo respiratorio del paciente. Por este motivo se han diseñado nuevas interfases intranasales capaces de minimizar este efecto, reducir la resistencia adicional en la vía aérea que supone el dispositivo y las fluctuaciones en la presión entregada en la vía aérea.

- Cánula nasal

La CPAP mediante cánula nasal con flujos hasta 2,5 l/min puede lograr resultados comparables a la CPAP convencional a través de prótesis nasales en el tratamiento de la apnea de la prematuridad. Ha sido demostrado que cánulas con diámetro externo de 3 mm y flujos hasta 2 l/min pueden aumentar la presión intraesofágica y reducir la asincronía del movimiento toracoabdominal. No obstante, se desconocen los parámetros óptimos de flujo, tamaño de cánula y nivel de humidificación.

- Prótesis nasofaríngeas

Utilizadas desde hace más de 30 años como método de aplicación de CPAP, pueden ser útiles en neonatos y lactantes. Permiten la alimentación por sonda nasogástrica sin interrumpir la ventilación, aunque tienen desventajas: menor tolerancia, menor eficacia (fugas por boca y nariz contralateral) y mayor dificultad de colocación que otras interfases. Las fugas por boca pueden ser minimizadas con la utilización de chupetes. Como prótesis nasofaríngea se puede utilizar un tubo endotraqueal cortado, insertado a través de una nariz. La profundidad de inserción debe ser calculada externamente al paciente de tal forma que la punta del tubo se sitúe en orofaringe sin causar incomodidad. El tubo se corta para disminuir el espacio muerto y se fija con esparadrapo a la nariz. Este sistema ha sido utilizado fundamentalmente para aplicar CPAP, aunque también es posible su utilización para ventilar con presión positiva intermitente (IPPV)

Pueden ser utilizados con estas prótesis dispositivos con flujo previamente calentado y humidificado o respiradores con sistemas de trigger de flujo altamente sensible, capaz de detectar las pequeñas variaciones de flujo que generan estos pacientes, y que además pueden estar minimizados por la presencia de fugas importantes.

4.7.2 Sistemas de sujeción

La mayor parte de las interfases deben ser adaptadas a la cara del niño mediante fijadores elásticos de tal forma que se eviten las fugas aéreas sin producir una compresión excesiva. La sujeción adecuada de la mascarilla se puede realizar mediante gorros o cinchas. El gorro es más fácil y rápido de colocar, pero permite una menor transpiración siendo incómodo en ambientes calurosos. Las cinchas precisan de un mayor entrenamiento para un ajuste adecuado pero son más transpirables y causan menos calor. Al igual que ocurre con las mascarillas se debería disponer de diferentes sistemas de fijación para poder elegir el más adecuado para cada paciente y para cada interfase.

4.7.3 Inconvenientes y complicaciones:

La VNI en neonatología no está exenta de inconvenientes. Los más frecuentes son:

- Mayor requerimiento de atención y trabajo sobre el paciente para ajustar la mascarilla, minimizar fugas y conseguir una buena adaptación al respirador.
- Carencia de modelos de mascarilla, lo que conduce a una menor tasa de éxito y a una pérdida de confianza en la técnica.
- Diferentes variables (tiempo de gestación, variedad de patología, etc.) que limitan su uso a un número relativamente pequeño de pacientes con insuficiencia respiratoria dificultando la adquisición de experiencia para manejo de pacientes complejos.⁽¹²⁾

4.8 Equipos de administración:

En la actualidad se dispone de múltiples respiradores con los que administrar VNI. Los dispositivos existentes en las unidades de cuidados intensivos (UCI), diseñados para ventilar pacientes intubados con fugas mínimas o inexistentes, equipan cada vez con mayor frecuencia opciones para la administración de VNI. Por otra parte, están los respiradores diseñados específicamente para administrar VNI; entre estos últimos podemos diferenciar los de uso hospitalario, de concepción generalmente más compleja, de aquellos diseñados para el uso domiciliario. Asimismo, existen dispositivos concebidos para la administración de VNI a neonatos y finalmente están los respiradores de transporte, que cada vez con mayor frecuencia equipan opciones para la administración de VNI.

A continuación, se realiza una breve descripción de los sistemas y equipos más utilizados para la administración de VNI:

4.8.1 Sistemas de VNI a presión negativa:

Los sistemas de VNI con presión negativa derivan del concepto clásico del pulmón de acero. Su fundamento consiste en la aplicación de una presión subatmosférica alrededor del tórax del paciente, lo cual genera un gradiente de presión a favor de la boca frente al alvéolo y, por tanto, un flujo de aire hacia los pulmones durante la inspiración. Durante la espiración la presión negativa generada externamente cesa, permitiendo así la salida del aire desde los alvéolos generalmente de un modo pasivo; algunos equipos administran presión positiva produciendo una espiración activa.

Básicamente existen tres modos de VNI con presión negativa:

- a) presión negativa aplicada durante la inspiración
- b) presión negativa en la inspiración y positiva en la espiración
- c) presión negativa continua, equivalente a la presión positiva continua aplicada a la vía aérea (CPAP).

Suelen ser sistemas aparatosos y por tanto difícilmente transportables que, como principal complicación, pueden producir apneas obstructivas durante el sueño por colapso de la vía aérea superior. Como ventaja aumentan el retorno venoso hacia el corazón por lo que pueden estar indicados en la insuficiencia respiratoria aguda asociada a cuadros de bajo gasto cardiaco tras cirugía del corazón derecho.

Pueden ser utilizados de forma aislada o en combinación con otros métodos de ventilación con presión positiva a través de tubo endotraqueal, aunque, en líneas generales, los sistemas de VNI con presión negativa han sido desplazados por los actuales sistemas de presión positiva. Existen dos sistemas para aplicar la ventilación a presión negativa:

- Pulmón de acero o ventilador de tanque.
- Coraza y poncho.

4.8.2 Sistemas de VNI a presión positiva

La VNI con presión positiva consiste en facilitar la entrada de gas en los pulmones mediante la aplicación cíclica de una presión positiva en la vía aérea a través de sistemas externos a la tráquea (mascarillas faciales o nasales, cánulas nasales, cánulas faríngeas, etc.).

4.8.2.1 Respiradores convencionales de ventilación invasiva:

Aunque con importantes limitaciones, cualquier respirador de ventilación mecánica convencional (VMC) puede ser utilizado para administrar VNI. Con anterioridad a la expansión del mercado de respiradores específicos, la aplicación de VNI se llevaba a cabo utilizando respiradores de VMC.

En las modalidades controladas por volumen (VCV) la compensación de fugas se improvisaba incrementando el volumen corriente (VC o volumen tidal [VT]) de forma más o menos aleatoria. Mientras que en las fases con menor porcentaje de fugas tal estrategia producía presiones pico (PIP) excesivas, en las fases en las que las fugas se incrementaban, la compensación resultaba insuficiente. Tanto en unos como en otros casos, la tolerancia por parte del paciente se veía comprometida.

Los respiradores de VMC presentan otras limitaciones que reducen su eficacia para la administración de VNI. Las inevitables fugas de la VNI interfieren con aspectos clave del funcionamiento del respirador, disminuyendo la sincronía entre paciente y respirador e incrementando el riesgo de intubación endotraqueal. La elección de una interfase apropiada junto con una estrecha fijación no llega a suprimir las fugas de forma total y permanente, generando incomodidad y complicaciones cutáneas por presión.

Al inicio del ciclo, las fugas dificultan la activación del trigger inspiratorio, viéndose incrementado el trabajo respiratorio necesario para producir dicha activación; asimismo el tiempo de respuesta del dispositivo resulta incrementado por las fugas, llegando con frecuencia a producirse autociclado. Tras la activación y durante el tiempo de entrega de gas las fugas reducen la eficacia con la que el dispositivo consigue la presurización, hasta el punto de no alcanzar durante el Ti el objetivo de PIP programado.

Al final del ciclo, como ha sido mencionado anteriormente, la compensación de fugas con un flujo variable puede retrasar la activación del trigger espiratorio, circunstancia que suele verse acentuada en situaciones obstructivas en las que se produce una caída de flujo inspiratorio más “perezosa”. En el caso contrario de fracasos respiratorios restrictivos las fugas tienden a acortar excesivamente el Ti. Tanto en una como en otra circunstancia puede verse resentida la sincronía entre el paciente y el respirador.

4.8.1.2 Respiradores específicos de VNI

Aunque el mercado de los respiradores diseñados específicamente para la administración de VNI ofrece dispositivos volumétricos, los respiradores más frecuentemente utilizados para dicho cometido son turbinas presurométricas de flujo continuo denominadas genéricamente BiPAP. Dichos respiradores ciclan utilizando un flujo desacelerante y alternando dos niveles de presión prefijados. Su diseño les permite realizar una ventilación eficaz y adecuadamente sincronizada, a pesar de elevados porcentajes de fugas.

La modalidad de soporte respiratorio más elemental que ofrecen estos respiradores es la presión de distensión continua sobre la vía aérea (CPAP). Tanto los casos en los que se precisa incrementar secuencialmente el nivel de CPAP por encima de 12 cmH₂O como los que el trabajo respiratorio es intenso desde el primer momento, requieren un soporte de mayor porcentaje del trabajo respiratorio. Estos respiradores llevan a cabo este cometido mediante la aplicación alternante de dos niveles de presión, uno superior durante la inspiración (IPAP) y otro inferior durante espiración (EPAP). Asimismo, ofrecen dos tipos distintos de ciclos inspiratorios:

- a) ciclos espontáneos (S), iniciados por el paciente tras la activación del trigger inspiratorio y terminados por el propio paciente tras cortarse la curva virtual del respirador con la real del paciente.

- b) b) ciclos programados (T), iniciados por el respirador con una frecuencia prefijada (Fr) y finalizados tras consumir un T_i prefijado.

La modalidad más comúnmente utilizada es la S/T que alterna ciclos espontáneos en los que la diferencia entre EPAP e IPAP es aplicada como una presión de soporte con ciclos programados que, en ausencia de esfuerzo inspiratorio por parte del paciente, son aplicados por el dispositivo con una frecuencia prefijada (Fr). Tanto en los ciclos S como en los T, el VT obtenido por el paciente se debe tanto a la magnitud del esfuerzo respiratorio, si existe, como la diferencia entre EPAP e IPAP.

Los respiradores específicos de VNI son, en general, dispositivos menos sofisticados y costosos que los respiradores de VMC. Entre otras simplificaciones está el empleo de tubuladuras con un asa inspiratoria única, desistiendo de la cuantificación de la pequeña fracción de volumen corriente espirado que escapa a las fugas inevitables entre el paciente y la interfase. La salida de gases espiratorios tiene lugar a través de una fuga constante situada generalmente en el extremo de la tubuladura más próximo al paciente. Dicho diseño no evita totalmente la reinhalación del gas espirado y, dado que en pacientes pediátricos o neonatos el volumen reinhalado puede suponer un porcentaje significativo del VT fisiológico, la ubicación de la fuga controlada en la propia interfase, el incremento de dicha fuga mediante la elevación de la EPAP y la utilización de válvulas espiratorias tipo "Plateau" constituyen recursos que pueden disminuir el impacto de dicha reinhalación en el equilibrio ácido-base.

Algunos dispositivos específicos de VNI cuentan con un diseño más orientado al uso hospitalario e incorporan un mezclador interno de oxígeno lo que facilita la ventilación de pacientes hipoxémicos con FiO_2 elevadas.

Los dispositivos diseñados para la VNI extrahospitalaria en el entorno domiciliario carecen generalmente de mezclador de oxígeno. Algunos equipan válvulas de conexión a concentraciones de oxígeno específicas y en el resto puede aplicarse una conexión en "T" preferentemente en la porción proximal del asa inspiratoria con el fin de evitar turbulencias molestas para el paciente. Tanto en uno como en otro caso conviene tener en cuenta que el flujo máximo de oxígeno ofrecido por los caudalímetros convencionales es de 15 lpm /y que estos dispositivos emplean con frecuencia flujos de aire superiores a 30 lpm, resultando difícil conseguir una $FiO_2 >50\%$, circunstancia que limita su uso en pacientes hipoxémicos.

4.8.2.3 Respiradores de VNI neonatal mediante cánulas nasales

La aplicación de VNI en el período neonatal requiere de respiradores e interfases con un diseño muy específico adaptado a las características funcionales y anatómicas de dicho tipo de pacientes.

Existen respiradores (por ejemplo, IFD®) que presentan una interfase que posibilita en inspiración la generación de chorros de gas caliente y humidificado de alta velocidad (efecto Bernoulli) que hacen posible una inspiración asistida a demanda, junto con el mantenimiento de un nivel de CPAP prácticamente constante. Durante la espiración el incremento de presión intranasal junto con el diseño del generador de presión basado en la dinámica y viraje de fluidos (fluidic flip), así como en el efecto de Coanda, permite que dichos chorros de gas junto con el gas espirado se orienten hacia la rama espiratoria de la pieza con un tiempo de respuesta mínimo y sin generar oscilaciones significativas del nivel de CPAP.

Su pequeño tamaño y su batería con autonomía para 4 horas hacen posible tanto la indicación perinatal precoz como el tránsito entre la sala de partos y la de neonatología sin desconexión del paciente.

Otro tipo de respiradores (conocidos como IFDA®) ofrece la posibilidad adicional de generar flujos de gas añadidos al caudal basal de cuantía programable entre 0 y 5 lpm, frecuencia entre 1 y 120 respiraciones por minuto, presión entre 0 y 11 cmH₂O y Ti entre 0,1 y 1 segundo. Ello, junto con el uso de un trigger por impedancia específico activado por el movimiento de la musculatura abdominal, permite añadir a la CPAP del IFD® las modalidades de ventilación con presión positiva intermitente no sincronizada y sincronizada (IPPV y SIPPV). Dicho sistema de trigger por impedancia presenta una fiabilidad limitada dado que puede resultar activado por movimientos abdominales no respiratorios.

Finalmente, el uso del trigger como sensor de apneas permite programar un modo de seguridad (back-up) con una frecuencia programable entre 0 y 30 rpm.

4.8.2.4 Otros ventiladores de VNI

Electroestimulación frénica

La estimulación frénica, marcapaso diafragmático o estimulación diafragmática, es considerada, de alguna manera, una forma de VNI en la que una vía aérea permanente no es estrictamente necesaria. Consiste en la colocación de unos electrodos que estimulan eléctricamente uno o los dos nervios frénicos, lo que permite la contracción del diafragma y la generación de un flujo inspiratorio.

Compresor abdominal o Pneumobelt

El compresor abdominal es un cinturón hinchable que se fija a nivel abdominal (entre pubis y ombligo) que se conecta a un ventilador de presión positiva. Al hincharse el cinturón se genera una presión que desplaza el diafragma hacia arriba favoreciendo la espiración y al desinflarse facilitará la inspiración.

Cama basculante

Es una cama que permite alternar cíclicamente la posición de Trendelemburg con la de anti-Trendelemburg. Este movimiento facilita el desplazamiento pasivo del diafragma, en dirección cefálica y caudal alternativamente, por efecto de la gravedad ayudando a la inspiración y espiración. Con este método se pueden mantener frecuencia respiratoria de unas 30 respiraciones por minuto y un volumen corriente en torno a 500 ml.⁽¹²⁾

4.9 Modos de soporte ventilatorio no invasivo

Es posible dividir los métodos de soporte respiratorio en dos grandes grupos: los que brindan soporte en un solo nivel como CPAP y aquellos que dan soporte en dos niveles, como los dispositivos de ventilación nasal intermitente positiva (NIPPV).

Los fabricantes de estos dispositivos NIPPV usan diferentes denominaciones para nombrar dispositivos similares, lo que lleva a bastante confusión. A continuación, se mencionan los nombres con los cuales pueden encontrarse estos dispositivos en la literatura especializada:

- SNIPPV: ventilación nasal intermitente positiva sincronizada (*Synchronized Nasal Intermittent Positive Pressure Ventilation*).
- N-SIMV: ventilación nasal intermitente positiva mandatoria sincronizada (*Nasal Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation*).
- NP-SIMV: ventilación nasofaríngea intermitente positiva sincronizada (*Nasopharyngeal Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation*).
- N-BiPAP: ventilación nasal con presión positiva en dos niveles (*Nasal Bilevel Positive Airway Pressure*).
- NIMV: ventilación nasal intermitente mandatoria (*Nasal Intermittent Mandatory Ventilation*).
- NI-PSV: ventilación no invasiva con presión de soporte (*Non-invasive Pressure Support Ventilation*).
- NHFV: ventilación nasal de alta frecuencia oscilatoria (*Nasal High-Frequency Ventilation*).
- NAVA: ventilación asistida ajustada neuralmente.

También algunas de estas siglas son equivalentes entre sí: NIPPV es equivalente a NIMV; SNIPPV es equivalente a N-SIMV o nSIMV o SNIMV, y NHFV es igual a NHFOV y NHFJV.⁽¹¹⁾

4.9.1 PRESION POSITIVA CONTINUA SOBRE LA VIA AÉREA (Continuous Positive Airway Pressure: CPAP)

La CPAP es la forma de ventilación no invasiva más antigua y más utilizada en unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN). El fundamento de la CPAP es la aplicación de una presión suficiente para mantener las vías respiratorias abiertas y aumentar la capacidad residual funcional (CRF). El mecanismo de acción comprende un aumento en el área transversal de la faringe, mejora de la actividad diafragmática, mejora de la distensibilidad pulmonar y disminuye la resistencia de las vías respiratorias que conduce a un menor trabajo de respiración, disminución de la incidencia de apnea y mejor ventilación-perfusión. En la actualidad, modos de interfaces para CPAP más nuevas, como las máscaras nasales, las cánulas nasales simples o binasales han reemplazado a los modelos de interfaz más antiguos. ⁽³⁾

La CPAP es una modalidad que puede administrarse con diversos sistemas y respiradores, y hay que tener en cuenta que la respiración y programación no es exactamente igual en todos ellos:

Sistemas de CPAP:

En resumen, constan de una fuente de flujo de aire y oxígeno, una tubuladura y una válvula de resistencia espiratoria (válvula de PEEP). Además, se intercala un humidificador-calentador en la tubuladura inspiratoria. El paciente puede obtener aire libremente, pero con este sistema no se monitoriza el volumen ni la frecuencia respiratoria, y es necesaria la colocación de un manómetro en la tubuladura para medir la presión. El sistema de CPAP puede ser montado de forma artesanal en cada unidad.

Existen algunos sistemas comerciales de CPAP en el que todo el sistema viene ya preparado, y otros simplificados que pueden utilizarse para el transporte, aunque no incluyen humidificador-calentador.

- Respiradores de ventilación no invasiva: en general mantienen la CPAP sólo con un flujo continuo en la vía aérea. El paciente puede obtener aire libremente.
- Respiradores de flujo continuo (neonatales): mantienen la CPAP con un flujo continuo en la vía aérea y la válvula de PEEP. El neonato puede obtener aire libremente.
- Respiradores convencionales de ventilación invasiva: consiguen una presión continua en la vía aérea mediante la válvula de PEEP, pero la mayoría no mantienen un flujo continuo de aire. En cada respiración el niño debe abrir la válvula de sensibilidad inspiratoria para obtener aire, y por tanto requiere mayor esfuerzo. Para solucionar este inconveniente se puede intercalar un flujo continuo mediante un tubo en T en el asa inspiratoria del respirador, aunque hay que tener en cuenta que esta maniobra puede alterar las mediciones de presión y volumen.

El sistema ideal de CPAP es el que administra un flujo continuo para que el paciente pueda respirar y conseguir aire cuando lo desee, y que monitoriza al menos el volumen, la frecuencia y la

presión alcanzada. El flujo de aire debe ser el suficiente para que el paciente tome aire sin limitaciones (al menos 2 a 3 veces el volumen minuto normal) pero no excesivo como para incomodarlo.

Indicaciones de la CPAP:

- Síndrome de apnea obstructiva (SAOS).
- Apneas centrales y/o obstructivas en prematuros y lactantes con bronquiolitis.
- Bronquiolitis con insuficiencia respiratoria.
- Insuficiencia respiratoria (sin hipoventilación alveolar): neumonía, trauma torácico, edema, pulmonar cardiogénico.
- Insuficiencia respiratoria pos-extubación.
- Insuficiencia respiratoria con escaso esfuerzo respiratorio.

En general se recomienda empezar con niveles de CPAP bajos, 4-6 cmH₂O, y modificar el nivel subiendo de 2 en 2 cmH₂O progresivamente según la tolerancia del paciente y las necesidades respiratorias. Una CPAP mayor de 12 cmH₂O no suele ser bien tolerada. Si no se consigue mejoría se debe pensar en cambiar a otra modalidad.

Ventajas e inconvenientes:

- La CPAP es considerada un método sencillo, fácil de aplicar y modificar, y que puede aplicarse con un aparataje sencillo. Como desventaja se menciona que no proporciona ayuda inspiratoria en cada respiración, por lo que, si el paciente hipoventila o se produce una apnea, no ofrece respiraciones de seguridad (por tanto, es muy importante la monitorización cardiorrespiratoria y de la saturación transcutánea de oxígeno). Otro inconveniente si se utiliza una CPAP excesiva se puede producir sobredistensión pulmonar (los lactantes con bronquiolitis tienen mayor riesgo) y disminución del retorno venoso.⁽¹²⁾

4.9.2 VENTILACIÓN CON PRESIÓN POSITIVA INTERMITENTE NASAL (NIPPV)

En la literatura se han descrito varios modos de NIPPV, por ejemplo, ventilación mandatoria nasal intermitente (VMNI), ventilación no invasiva con soporte de presión y dos niveles CPAP. Puede clasificarse adicionalmente como NIPPV sincronizado, activado por el paciente (SNIPPV) y no sincronizado activado por máquina NIPPV (NS-NIPPV).

La NIPPV proporciona presión positiva en las vías respiratorias a lo largo de todo el ciclo respiratorio; la adición de una presión más alta intermitente posiblemente da lugar a un aumento de la presión media de las vías respiratorias y a la reapertura de vías respiratorias parcialmente

colapsadas, lo que aumenta aún más los volúmenes corrientes, mayor eliminación de CO₂, aumento del volumen minuto y capacidad residual funcional. Una frecuencia de respaldo puede reducir la frecuencia de apneas y episodios de desaturación de oxígeno.⁽¹⁴⁾

Los parámetros modificables son presión espiratoria final positiva (PEEP), pico inspiratorio presión (PIP), frecuencia respiratoria y tiempo inspiratorio (Ti). La eficacia de la NIPPV se ve reforzada por la combinación con la administración temprana de surfactante en el síndrome de distrés respiratorio.

Este modo de VNI tiene una gran capacidad para reducir los episodios de apnea y la bradicardia en recién nacidos prematuros en comparación con el modo CPAP. Si bien las alteraciones en la presión y el volumen pulmonar no son consideradas como acciones del modo NIPPV, los mecanismos propuestos son: suministro de presión a las vías respiratorias inferiores, microreclutamiento de alvéolos, insuflación faríngea y provocación de un aumento del reflejo inspiratorio (reflejo paradójico de Head). Incluso con la prevalencia de la ventilación no invasiva a presión positiva (IPPV) en todo el mundo, los tipos de dispositivos utilizados y el modo de entrega varían entre países. Para la sincronización, el dispositivo más utilizado es la cápsula de Graseby (GC), que se coloca en el área subxifoidea para rastrear el esfuerzo de las vías respiratorias. La mayoría de los estudios/unidades de cuidados neonatales utilizan prolongaciones binasales cortas como interfaz para NIPPV, aunque el uso de máscaras y tubos nasofaríngeos largos también se han informado.⁽³⁾

4.9.3 CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO (HFNC O HHHFNC)

Consiste en aportar un flujo elevado de aire, idealmente por encima del flujo pico inspiratorio del paciente, mezclado con oxígeno a través de cánulas nasales. El gas se humidifica (humedad relativa 95-100%) y se calienta a la temperatura corporal (33-43°C), haciendo posible con ello una mejor tolerancia del mismo

Mecanismo de acción:

Aunque no se ha demostrado totalmente, se considera que la administración de un flujo elevado crea un pequeño grado de presión positiva (CPAP) que mejora la oxigenación y disminuye el trabajo respiratorio. Por otra parte, el aire humidificado genera un efecto beneficioso, independientemente de la concentración de oxígeno, sobre el movimiento ciliar y el aclaramiento de las secreciones. Por último, el flujo de aire de manera similar a la insuflación de gas traqueal, lavaría el espacio muerto anatómico con la siguiente mejora de la ventilación.⁽¹²⁾

La última incorporación a la familia VNI en la UCIN es el HHHFNC (por su nombre en inglés Heated, Humidified, High Flow Nasal Cánula), que suministra gas calentado y humidificado mediante el uso del sistema de alto flujo. Este sistema consta de cánulas binasales de tamaño

pequeño que no ocluyen las fosas nasales, a través de las cuales el oxígeno o una mezcla de el oxígeno y el aire se suministran a un caudal de > 1 L/min o > 2 L/min. El preacondicionamiento de gases para imitar las condiciones normales de la vía aérea superior es una característica crucial que ayuda a disminuir el consumo de energía del cuerpo, evitar la sequedad y la lesión de la mucosa de las vías respiratorias proximales.

Se han notificado menores tasas de trauma nasal y una disminución en las puntuaciones de dolor infantil con el uso de HHHFNC. Su creciente popularidad se debe principalmente a su facilidad de aplicación y mantenimiento, siendo así el modo VNI preferido de médicos y enfermeras. El hecho de que no haya sellado requerido también causa menos estrés a los bebés.

A pesar de los numerosos beneficios impartidos por HHHFNC, la principal preocupación relacionada con este modo VNI es la falta de disponibilidad de monitorear la presión que entrega.⁽³⁾

Entre las interfases más utilizadas para la aplicación de HFNC se encuentran:

- Cánulas nasales: de diferentes tamaños según la edad. Se pueden utilizar cánulas nasales convencionales siempre que se respete el calibre y la longitud de las originales.
- Adaptador para su aplicación en pacientes traqueotomizados.

Indicaciones

- Pacientes con alto requerimiento de oxígeno.
- Insuficiencia respiratoria moderada.
- Apnea del prematuro.

En prematuros, neonatos y lactantes pequeños se recomienda colocar bajos flujos (1-8 L/min) determinado según tolerancia

Ventajas

- Es un método sencillo, fácil de aplicar y con buena tolerancia por parte del paciente, utilizable a cualquier edad y cuenta con la ventaja de que se puede añadir óxido nítrico o heliox.

Riesgos

- Infección: hay que seguir con especial atención el protocolo de recambio de interfases y limpieza del sistema ya que existe riesgo de infecciones si no se realiza adecuadamente.⁽¹²⁾

4.9.4 VENTILACIÓN CON FLUJO CONTINUO Y DOBLE NIVEL DE PRESIÓN (BiPAP)

Es una modalidad de presión producida mediante una turbina que administra dos niveles de presión (IPAP durante la inspiración y EPAP durante la espiración) con un flujo continuo a lo largo de todo el ciclo respiratorio. Tradicionalmente se ha llamado BiPAP (Bilevel positive airway

pressure) aunque, por cuestiones relacionadas a la legalidad de la sigla en cada respirador se denomina de forma diferente. En este modo de ventilación, el respirador monitoriza continuamente el esfuerzo del paciente, mediante un sensor de flujo muy sensible colocado en el circuito, que permite la sincronización con la respiración espontánea del paciente, así como la compensación de las fugas alrededor de la mascarilla.

Parámetros a tener en cuenta al momento de programar:

- IPAP (presión inspiratoria): controla la ventilación. A mayor IPAP se genera un volumen corriente mayor durante la fase inspiratoria.
- EPAP (presión espiratoria): mejora la capacidad funcional residual y la oxigenación.
- Pendiente de rampa o flujo inspiratorio: regula la velocidad de entrada del aire. Es fundamental para la adaptación del respirador al niño. Cuanto mayor sea la duración del tiempo de rampa o menor la velocidad de flujo, más lento va a entrar el aire y mejor se va a adaptar inicialmente el niño pequeño. Desafortunadamente, no está disponible en todos los respiradores.
- Frecuencia respiratoria. Sólo se activa como rescate, cuando se detecta que la frecuencia del paciente cae por debajo de la programada. Si se programa demasiado cercana a la que realiza el paciente puede interferir con su ritmo respiratorio.

En lactantes, especialmente en menores de 3 meses, la mayoría de respiradores específicos de VNI no serán capaces de detectar los esfuerzos inspiratorios del paciente; en esta situación puede ser útil pautar una FR y tiempo inspiratorio lo más parecidos al paciente, con la esperanza de que el niño se adapte al ritmo pautado.

En comparación con la IPPV, las presiones entregadas son más bajas, las presiones altas y bajas no difieren en más de 3–4 cm H₂O, el tiempo inspiratorio (Ti) es más largo (0.5–1 segundos) y las frecuencias respiratorias son más bajas (10–30 x minuto)⁽¹⁰⁾

4.9.5 ASISTENCIA VENTILATORIA AJUSTADA NEURALMENTE NO INVASIVA (NIV-NAVA)

La asistencia ventilatoria ajustada neuralmente (NAVA) es un modo de ventilación mecánica que activa y cicla la inspiración asistencia en proporción a la actividad eléctrica del diafragma (EAdi), que permite a los bebés controlar sus propios picos de presión inspiratoria y volumen corriente de respiración a respiración. La señal EAdi se evalúa en el extremo distal a nivel esofágico utilizando electrodos incrustados dentro de un tubo nasogástrico. La EAdi máxima que se correlaciona con la intensidad de la contracción diafragmática representa el volumen corriente inspirado. La contracción mantenida del diafragma se asocia con la persistencia de la contracción diafragmática durante la espiración, mantener el volumen pulmonar al final de la espiración y la CRF. Podría ser necesario una EAdi tónica más alta para mantener al final de la espiración el volumen pulmonar y

la CRF en presencia de inestabilidad alveolar y baja complacencia. Los patrones de respiración neural en los recién nacidos prematuros son bastante variables y el ajuste continuo de NAVA según la inspiración el tiempo y la frecuencia respiratoria pueden ayudar a una mejor adaptación a las demandas de los infantes.⁽¹⁵⁾

Varios estudios clínicos cruzados (crossover studies) han demostrado que las modalidades NAVA y NIV-NAVA son factibles, seguras y eficaces en los recién nacidos prematuros, sin embargo, no están determinados sus efectos por sí solas. El nivel de NAVA es el factor que convierte la señal EAdi en una presión proporcional. A medida que aumenta el nivel de NAVA, la carga de trabajo es trasladada del paciente al ventilador. Esto permite el trabajo de descarga de la respiración del paciente al ventilador. El punto de quiebre es el punto en el que el soporte NAVA está en un nivel donde el diafragma del paciente se descarga adecuadamente.⁽¹⁶⁾

El nivel NAVA es una constante de proporcionalidad que convierte la EAdi en una entrega de presión inspiratoria por encima del nivel de PEEP. Si el neonato se vuelve apneico por un tiempo predeterminado (tiempo de apnea), se proporciona ventilación de respaldo con control de presión hasta la ventilación espontánea, detectada por el EAdi.⁽¹⁷⁾

Fundamentos de la terapia NIV-NAVA

- En la respiración espontánea la presión generada por los músculos respiratorios sirve para superar las fuerzas elásticas (elastancia) (E) y las resistivas (resistencia) (R) del sistema respiratorio. La elastancia es proporcional al volumen de aire introducido en el pulmón (V), mientras que la resistencia es proporcional a la velocidad de flujo (F). La presión de los músculos respiratorios (P_{musc}) es igual a la elastancia multiplicada por el volumen más la resistencia multiplicada por el flujo. De manera más simple: $P_{musc} = (E \times V) + (R \times F)$.
- La NAVA proporciona una ayuda respiratoria como asistencia de flujo (FA), medida en cmH₂O/L/seg, y asistencia de volumen (VA), medida en cmH₂O/L. La presión que realizan los músculos respiratorios es igual a la elastancia y resistencia menos la ayuda que genera el respirador: $P_{musc} = V \times (E - VA) + F \times (R - FA)$.

Parámetros a programar:

- Flujo asistido (FA): es la compensación de la resistencia. Aumenta el volumen corriente y disminuye la frecuencia respiratoria. El nivel más utilizado en adultos es de 2 cmH₂O/L/seg (rango 0-12 cmH₂O/L/seg).
- Volumen asistido (VA): es la compensación de la elastancia. Aumenta el volumen corriente y disminuye el esfuerzo respiratorio. El nivel más utilizado en adultos es de 5 cmH₂O/L (rango 0-25 cmH₂O/L).

- Porcentaje de asistencia (elastancia y resistencia) que asume el respirador: 100% (otra opción es comenzar con 20% e incrementar hasta alcanzar el máximo que tolera el paciente).
- PEEP: se recomiendan 4 cmH₂O al inicio

Se programa los datos en base a el patrón respiratorio del paciente (normal, obstructivo, restrictivo o mixto), el porcentaje de asistencia, la PEEP, la presión máxima y el volumen corriente máximo, y el respirador adapta automáticamente el flujo asistido y el volumen asistido según el esfuerzo que realice el paciente y las mediciones de resistencia y elastancia.

Indicaciones

Las indicaciones son las mismas de la presión de soporte en VNI: insuficiencia respiratoria por patología de la vía aérea o del parénquima pulmonar. Es necesario que los pacientes mantengan una frecuencia respiratoria normal y un mínimo esfuerzo respiratorio.

En el momento actual puede utilizarse en niños mayores colaboradores en los que sea posible medir la elastancia y resistencia y/o valorar adecuadamente la respuesta a los cambios en la asistencia respiratoria (Volumen asistido y Flujo asistido).⁽¹²⁾

4.9.6 Ventilación de alta frecuencia oscilatoria (HFOV)

Es un modo de ventilación mecánica que apoya la ventilación con pequeños volúmenes corrientes, menores que el espacio muerto, a una frecuencia respiratoria suprafisiológica proporcionando una expansión pulmonar constante.⁽¹⁸⁾

Además, aplica una forma de onda de presión oscilatoria a las vías respiratorias mediante una interfaz nasal. Se ha demostrado que la HFOV facilita la eliminación del dióxido de carbono, pero se sabe poco sobre su uso en recién nacidos.⁽¹⁹⁾

Para este modo ventilatorio, la mayoría de los estudios han utilizado frecuencias que van de 5 a 12 Hz, caudales de 8 a 12 L/min, relación inspiración-espирación de 1:1, presión media de las vías respiratorias (MAP) basada en el estado clínico del recién nacido y amplitud de 2 a 3 veces la de MAP. La amplitud se titula aún más para lograr oscilaciones torácicas visibles.⁽¹⁰⁾

4.10. Anexos a la aplicación de ventilación no invasiva:

La VNI es una técnica que permite la inclusión de anexos, en el caso del acondicionamiento del aire inspirado, mediante generadores de calor/humedad, así como el suministro de medicamentos (aerosolterapia) y gases medicinales (óxido nítrico [NO] inhalado).

•Calor-humedad

Como fue descripto previamente, es fundamental un sistema que proporcione calor-humedad similar a la corporal para asegurar el confort del niño. Cuando el flujo inspiratorio supera la

capacidad de acondicionamiento de la vía aérea superior, la función de humidificación debe reemplazarse por un sistema de humidificación activo. Este sistema debe proporcionar un flujo de aire con las siguientes características:

- 37 °C de temperatura.
- 44 mg/L H₂O: humedad absoluta.
- 100%: humedad relativa.

Entregar una mezcla de gases sin acondicionamiento acarrea mayores complicaciones, como lesiones en la mucosa de la vía aérea, hipotermia, alteración del aclaramiento ciliar con aumento en la cantidad de secreciones espesas en la vía aérea, que pueden llegar a obstruirla. Incluso se aumentará el gasto metabólico del paciente para intentar calentar este aire.

•Aerosolterapia

La aerosolterapia es una forma de inhaloterapia en la que se administra un fármaco en su lugar de acción, lo que permite el empleo de dosis menores y proporciona una respuesta terapéutica más rápida y, en general, con menos efectos sistémicos.

Se ha observado que la utilización de aerosolterapia combinada con VNI potencia un 30-40% la entrega del fármaco. En cuanto a la aerosolterapia, se puede administrar intercalando dispositivos de aerosolización en los circuitos de las tubuladuras o piezas que permiten conectar un dispositivo inhalador presurizado.

Se dispone de diferentes dispositivos para realizar la aerosolterapia:

- Nebulizadores ultrasónicos y de jet: adecuados para volúmenes mayores de solución, en los que el fármaco se vehiculiza a través de tubos en T adaptados a la tubuladura principal.
- Nebulizadores de malla vibrante: son dispositivos ligeros capaces de aerosolizar soluciones y suspensiones de forma homogénea y en algunos modelos se puede acoplar directamente a la interfaz.
- Cartucho presurizado con adaptador: precisa cámaras espaciadoras de al menos 100 mL y su activación manual debe coincidir con la fase inspiratoria del ventilador. Debe acoplarse lo más cerca del paciente, entre el extremo distal de la tubuladura y la máscara.

•Óxido nítrico inhalado

El óxido nítrico (NO) es un gas que se sintetiza en el organismo y tiene diferentes funciones, una de ellas es ser un potente vasodilatador pulmonar. En los cuadros de hipertensión pulmonar, el suministro de NO exógeno inhalado disminuye las resistencias pulmonares, mejora la poscarga del ventrículo derecho y corrige la hipoxemia.

En el SDR neonatal su aplicación ha disminuido la necesidad de ECMO. Cuando el NO inhalado se entrega durante la AVM convencional o la ventilación de alta frecuencia (VAFO) a través de un TET, se puede suponer que la dosis preestablecida es similar a la que el paciente recibe, ya que se trata de un sistema cerrado (sin fugas). Sin embargo, se sabe poco sobre la compatibilidad, la precisión y la seguridad de la entrega utilizando estrategias no invasivas.

Respecto a su utilización, es importante mencionar el estudio de Sahni y cols., en 2017, donde concluyeron que el inicio del NO inhalado con NCPAP de burbuja o la continuación de NO inhalado en la transición de VM a NCPAP de burbuja se asocia a una mejor oxigenación durante la ventilación en recién nacidos a término y prematuros.⁽¹¹⁾

4.11. Terapias complementarias a la aplicación de VNI

4.11.1 Administración de tensioactivos exógenos:

Dado que la deficiencia de surfactante es un factor bien establecido asociado con SDR en bebés prematuros, la administración de surfactante mejora el intercambio de gases pulmonares, reduce la necesidad de ventilación mecánica invasiva y reduce el riesgo de desarrollar una displasia broncopulmonar (DBP). El método de la entrega de surfactante ha evolucionado de la administración endotraqueal de un bolo de surfactante durante la ventilación mecánica, al procedimiento INTubar-SURfactante-Extubar (INSURE). El procedimiento INSURE comprende la intubación seguida mediante la administración de un surfactante, extubación temprana, y soporte de presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP). Aunque el INSURE podría ayudar a minimizar las complicaciones asociado con la ventilación mecánica, su tasa de éxito no es muy alta ya que tuvo éxito en aproximadamente el 30% de recién nacidos prematuros menores de 32 semanas de edad gestacional, mientras que aquellos que fallaron requirieron períodos más largos de ventilación o reintubación. Se requiere sedación durante la INSURE y la colocación de un tubo endotraqueal puede causar dolor, estrés, o complicaciones hemodinámicas. Una revisión sistémica informó que el fracaso de la técnica INSURE estaba relacionado con la natalidad extremadamente baja, peso, edad gestacional baja y síndrome de distrés respiratorio grave.

La administración menos invasiva de surfactante (Less Invasive Surfactant Administration: LISA), también conocida como administración de surfactante mínimamente invasiva, tiene como objetivo introducir una cantidad adecuada de surfactante en la tráquea a través de un catéter de pequeño diámetro colocado por vía oral o nasal más allá la cuerda vocal. El procedimiento LISA permite que los bebés respiren espontáneamente durante la entrega del surfactante. El soporte respiratorio temprano, usando CPAP, y la administración de surfactante de rescate usando LISA son recomendados para la respiración espontánea de los bebés prematuros en riesgo de distrés respiratorio. Se informó que los bebés tratados con LISA exhibieron tasas más bajas de DBP,

disminución de la necesidad y duración de la asistencia respiratoria, y tasas más bajas de fracaso de CPAP en comparación con otros métodos de entrega de surfactante. ⁽²⁰⁾

El procedimiento LISA también se asoció con una duración reducida de estancia hospitalaria, duración reducida de la suplementación con oxígeno, tasas más bajas de otras morbilidades neonatales comunes, como hemorragia intraventricular y menor tasa de intervenciones para la retinopatía del prematuro. En un estudio con seguimiento de 2 años⁽²¹⁾, el procedimiento LISA no mostró efectos negativos significativos en la longitud, peso corporal y neurodesarrollo de los bebés prematuros.

A pesar de estos hallazgos que respaldan la factibilidad y seguridad de LISA, algunos eventos adversos relevantes de LISA han sido reportados, incluyendo reflujo de surfactante traqueal, bradicardia, hipoxia, necesidad de intubación, depósito unilateral del surfactante y sangrado de la mucosa. La falla de LISA puede ser asociado con una edad gestacional más baja y la inmadurez del pulmón.⁽¹⁵⁾

4.11.2 Terapia de cafeína

La optimización del éxito del apoyo no invasivo implica el uso de la terapia con cafeína como estimulante respiratorio. La evidencia sugiere que la cafeína facilitó una extubación más temprana con una reducción de la DBP y mejores resultados del desarrollo neurológico a los 18 meses. También, se encuentran resultados que muestran que los niños tratados con cafeína tienen, con el paso de los años, una mejor función respiratoria y un menor riesgo de deterioro motor, que aquellos niños donde no se aplicaba. La profilaxis con cafeína poco después del ingreso se ha convertido en un estándar según los estudios que muestran que el inicio más temprano de la cafeína se asocia con mejores resultados. El régimen de dosificación estándar de citrato de cafeína es una carga de 20 mg/kg seguido de un mantenimiento de 5 a 10 mg/kg/día. Las dosis más altas de hasta 20 mg/kg/día pueden ser aún más efectivas, pero esto necesita más pruebas en ensayos aleatorizados ya que las dosis más altas también se asocian con un mayor riesgo de hemorragia cerebelosa, hipertonicidad y una mayor carga de convulsiones.

4.11.3 Corticosteroides posnatales

A pesar de los mejores esfuerzos para optimizar el uso de soporte no invasivo, algunos bebés permanecerán en VM con el riesgo de inflamación pulmonar y un mayor riesgo de DBP. Es posible romper este ciclo usando corticosteroides sistémicos. La dexametasona aumenta la posibilidad de una extubación exitosa y reduce la DBP, pero a expensas de un mayor riesgo de secuelas en el desarrollo neurológico si se usa en la primera semana. Anteriormente, se recomendaba que se use la dosis efectiva más baja y solo para bebés con mayor riesgo de DBP, como aquellos que siguen dependiendo del ventilador después de 1 a 2 semanas. Existe evidencia anecdótica de que las dosis iniciales de dexametasona tan bajas como 0,05 mg/kg/día podrían ser efectivas, pero todavía esto se encuentra en discusión. La hidrocortisona profiláctica

en dosis bajas también redujo la DBP con mejores resultados neurológicos en un subgrupo de lactantes de menos de 25 semanas de gestación.

La budesónida inhalada parece ser una alternativa lógica obvia a los esteroides sistémicos. Una revisión reciente en Cochrane acerca de la budesónida inhalada temprana sugiere una reducción de la DBP. El ensayo NEUROSIS(2015)⁽²²⁾, específicamente diseñado para responder a esta pregunta, confirmó que la budesónida inhalada profiláctica reduce tanto el conducto arterioso persistente (PDA) como la DBP; sin embargo, hubo una tendencia preocupante hacia una mayor mortalidad antes del alta. El seguimiento de la cohorte del ensayo NEUROSIS no mostró diferencias en los resultados del desarrollo neurológico, pero nuevamente planteó preocupaciones sobre el exceso de mortalidad en los lactantes aleatorizados para recibir budesónida. El metaanálisis de 17 ensayos de corticosteroides inhalados tempranos o tardíos que incluyeron a 1807 bebés mostró una reducción significativa de la DBP (RR [IC 95 %] 0,79 [0,68–0,92]) sin ningún aumento de la mortalidad (RR [IC 95 %] 1,04 [0,59– 1.68]) que ofrece la tranquilidad de que los corticosteroides inhalados podrían agregarse al tratamiento actual del desarrollo de DBP en bebés prematuros.⁽²³⁾

4.12 Consideraciones para la ventilación no invasiva:

Es fundamental respetar las proporciones en los ciclos ventilatorios para no producir daño al pulmón y es más fisiológico ventilar respetando el tiempo inspiratorio sin utilizar la relación inspiración-espирación que será la resultante del tiempo inspiratorio y la frecuencia elegida.

La compliance (o distensibilidad) es la inversa de la elasticidad y se expresa como el cambio de volumen (L) por unidad de presión (cmH₂O). Cuanto mejor sea la compliance más volumen de gas entrará con igual cambio de presión. A menor compliance, mayor presión se requerirá para mantener el volumen corriente.

Las patologías neonatales más comunes que disminuyen la compliance son la enfermedad de membrana hialina (en la que hay déficit de surfactante) el edema pulmonar (sobrecarga de líquidos), las enfermedades que generan aumento del flujo sanguíneo pulmonar (ductus arterioso permeable), trastornos restrictivos (neumotórax, derrame pleural, distensión abdominal).

La mayor parte del trabajo respiratorio del neonato se destina a superar la resistencia al flujo que, a diferencia del adulto, en el niño lo representan los bronquiolos y las vías aéreas pequeñas (esto se debe al pequeño diámetro y a la falta de estructuras de soporte). El factor más importante al determinar la resistencia al flujo es el radio de las vías aéreas, esto explica la mayor resistencia absoluta de la ventilación alveolar en los niños. Debido a un menor diámetro absoluto de la ventilación alveolar, grados mínimos de inflamación aumentan notablemente la resistencia y el trabajo respiratorio. Por ejemplo, la disminución del diámetro de la tráquea en 1 mm por edema

reduce la luz en un 70% en un neonato de 3.000 g de peso. Existe una relación inversa entre la resistencia de la vía aérea y la capacidad residual funcional, a la inversa, cualquier causa de disminución del volumen pulmonar (atelectasia, neumotórax), aumentará la resistencia de la ventilación alveolar.

En el neonato ventilado, la espiración es pasiva y el tiempo que se requiere para espirar un volumen de gas de los pulmones está directamente relacionado con la compliance y la resistencia del aparato respiratorio (más la del tubo y el circuito del respirador). Estos factores determinan la constante de tiempo. En una constante de tiempo se espira 63% del volumen corriente y se requieren tres constantes de tiempo para exhalar 95%. La constante de tiempo normal para un neonato es de 0,15 segundos, por lo que necesita unos 0,45 segundos para lograr la espiración. Todos estos conceptos también son válidos para la inspiración y esto, junto a la patología de base, es fundamental a tener en cuenta a la hora de elegir los parámetros con los que se ventilará al bebé. En caso que no se respeten adecuadamente las constantes de tiempo se puede generar PEEP inadvertido (atrapamiento aéreo y presión positiva al final de la espiración inadvertida). Cuando esto sucede, por ejemplo, por el uso de frecuencias respiratorias inapropiadamente altas, se sobredistiende el pulmón y la pared torácica, ocasionando una disminución de la compliance y una notable caída del volumen corriente.

Lo mismo se genera ante una obstrucción parcial del tubo endotraqueal. Los signos de PEEP inadvertido son: sobreexpansión del tórax, menor excursión torácica, retención de CO₂ al disminuir el volumen corriente, aumento inicial de PaO₂, deterioro de la función miocárdica, hipotensión, acidosis, barotrauma y caída del gasto cardíaco. Un determinante importante de la ventilación es la necesidad de oxígeno. Los niños tienen un consumo de oxígeno de 6-8ml/kg/min, el doble que en el adulto (2-3 ml/kg/min). Se adaptan a esta demanda metabólica aumentando su ventilación- minuto. La ventilación alveolar relativa al peso es el doble que la del adulto, (100 a 150ml/kg/min). El aumento de la necesidad ventilatoria explica la mayor frecuencia respiratoria dado que el volumen corriente permanece constante con relación al peso, siendo de 5 a 7 ml/kg/min.

La proporción de ventilación desperdiciada (espacio muerto) es de 0,4 durante el primer mes, y a partir de entonces alcanza los niveles del adulto (0,3). Aunque en general la ventilación alveolar se aumenta de forma más eficiente mediante un volumen corriente mayor que a través de frecuencias respiratorias más elevadas, la relación entre las fuerzas elásticas y de resistencia al flujo en el pulmón del niño es tal que el mínimo trabajo respiratorio se logra con frecuencias respiratorias alrededor de las 37 respiraciones por minuto.

El costo metabólico de la respiración es en los adultos de aproximadamente 2% del consumo de oxígeno. En los niños pretérminos este valor asciende a 6%.⁽⁹⁾

Este último punto es muy importante en un recién nacido pretérmino porque una tarea tan sencilla y elemental como respirar le demandará demasiada energía, que sumado a su falta de desarrollo pulmonar terminan estableciendo las bases para el desenlace de una falla respiratoria.

V. Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica en los sitios web Pubmed, Google académico, Cochrane y en la biblioteca física de la UGR. La búsqueda abarco el periodo comprendido entre los años 2010 y 2022, utilizando los siguientes términos y combinaciones:

DeCS:

- "Recién nacido prematuro"
- "Complicaciones"
- "Enfermedades respiratorias"
- "Ventilación mecánica"
- "Ventilación no invasiva"
- "Ventilación con presión positiva"
- "Displasia Broncopulmonar"
- "Respiración artificial"
- "Terapia respiratoria"
- "Bilevel"

Y las siguientes combinaciones de términos:

- "Recién nacido prematuro" AND "Ventilación mecánica"
- "Ventilación no invasiva" AND "displasia broncopulmonar" AND "terapia respiratoria"
- "Recién nacido prematuro" AND "Complicaciones" AND "Ventilación no invasiva"
- "BiLevel" AND "Recién nacido"

MeSH

- "Premature birth"
- "Preterm neonates"
- "Respiratory disease"
- "Respiratory tract infection"
- "Bronchopulmonary dysplasia"
- "Artificial respiration"
- "High frequency jet ventilation"
- "Inspiratory positive pressure ventilation"
- "BiLevel"

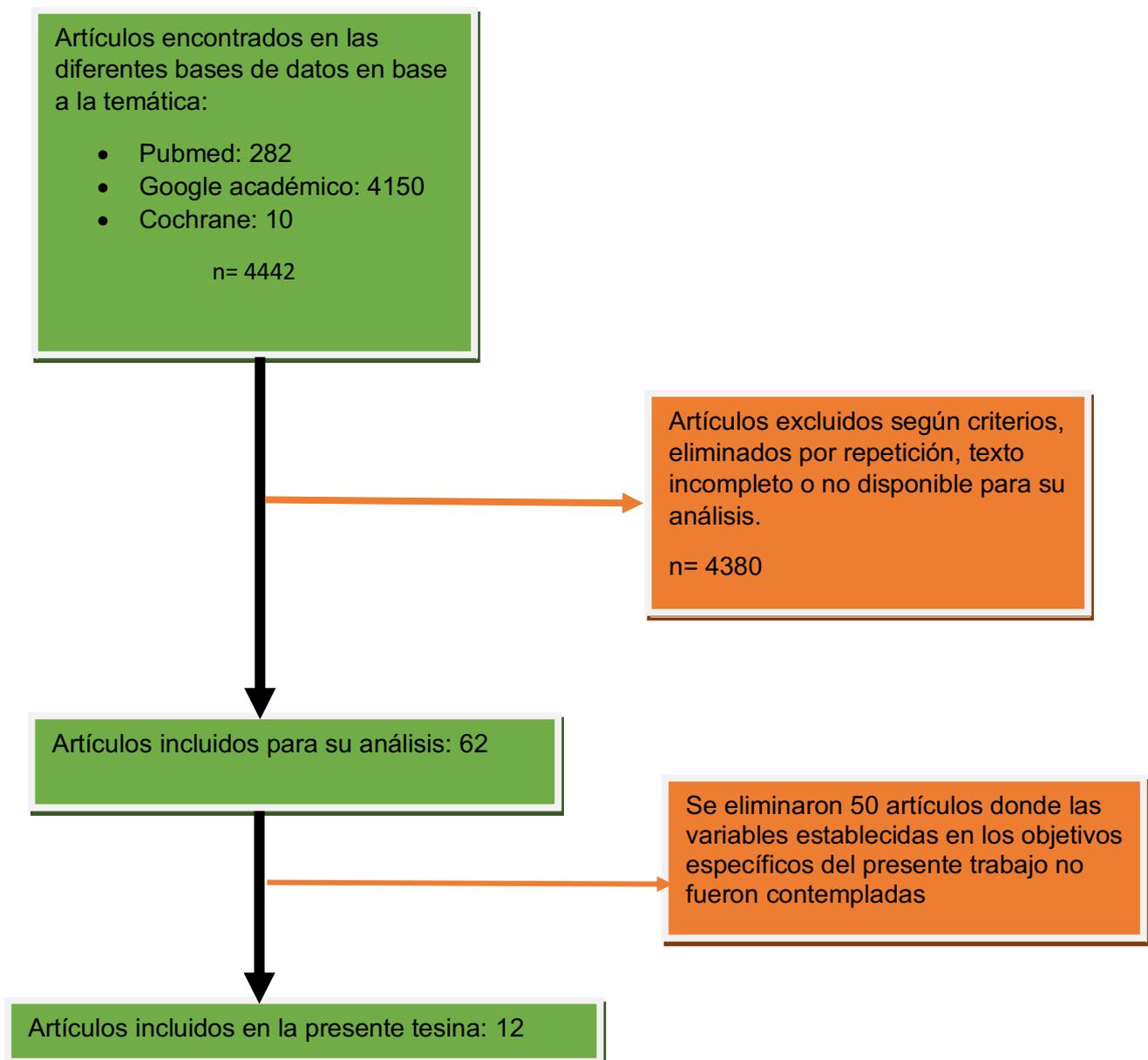
Términos libres:

- "Noninvasive ventilation"
- "Preterm infant"

Y las siguientes combinaciones de términos:

- "Premature birth" AND "preterm birth" AND "Respiratory disease"
- "Artificial respiration" AND "Premature birth" AND "Disease"
- "Bronchopulmonary dysplasia" AND "Preterm neonates" AND "Artificial respiration"
- "BiLevel" AND "Preterm neonates"

Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica:



A partir de los resultados obtenidos se realizó un análisis aplicando ciertos criterios de inclusión y exclusión para descartar los artículos que no eran de utilidad para la presente tesina, y así filtrar aquellos que pudieran aportar datos relevantes para esta investigación.

Existen muchas publicaciones en la literatura sobre la terapia respiratoria aplicada a los pacientes neonatales prematuros, sin embargo, sólo fueron seleccionados para este trabajo 12 (doce) artículos.

Los mismos cumplían con los requisitos de inclusión:

- Pacientes con una edad de gestación (EG) menor a 34 semanas,
- Soporte no invasivo como primera estrategia de tratamiento,
- Estudios en los que se lleven a cabo ensayos clínicos, estudios retrospectivos o prospectivos,
- Acceso a texto completo.

Los estudios que no fueron tenidos en cuenta para esta tesina, se excluyeron de acuerdo a los siguientes criterios:

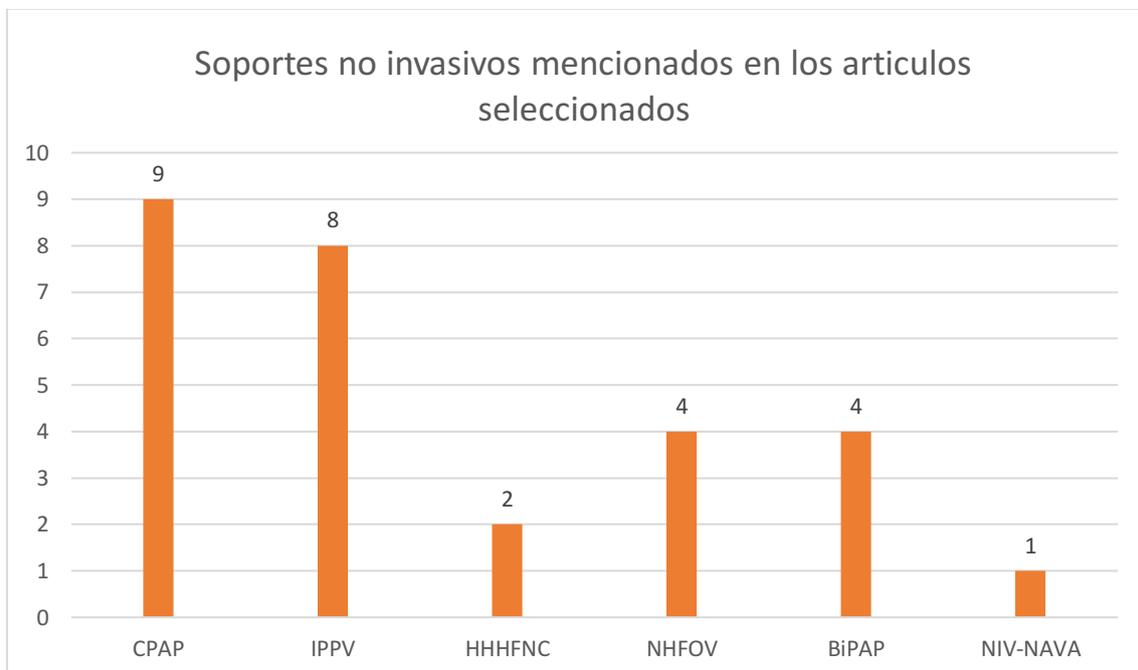
- Estudios realizados en neonatos con tiempo de gestación mayor a 34 semanas.
- Estudios donde no se comparaba la acción de más de un soporte no invasivo.
- Pacientes tratados con ventilación mecánica invasiva como primera intención.
- Objetivos no relacionados directamente con los de la revisión.
- Estudios con pacientes con DBP establecida.
- Estudios en animales

VI. Resultados

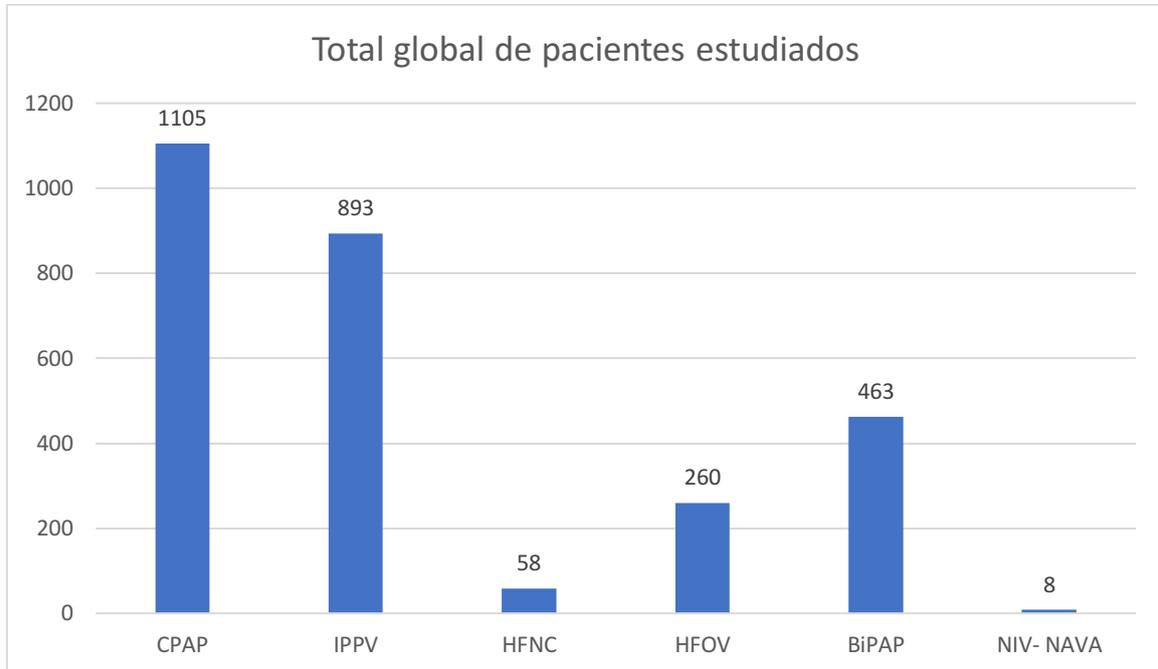
VI.1. Resultados de la búsqueda

Se incluyeron 12 artículos que respondieron acorde a los objetivos específicos propuestos en esta revisión bibliográfica y a los criterios de inclusión y exclusión. Los mismos se analizaron en relación a la modalidad de ventilación no invasiva aplicada, complicaciones presentadas, resultados primarios y secundarios comparados,

En la siguiente tabla se puede observar que el modo CPAP fue estudiado y analizado en 9 artículos, el modo IPPV en 8 artículos, la HHHFNC en 2 artículos, la NHFOV en 4 artículos, la BiPAP en 4 artículos y la NIV-NAVA en 1 artículo seleccionado.



Si se analiza el total de pacientes estudiados según el modo ventilatorio empleado en los artículos seleccionados para esta revisión, se obtiene la siguiente tabla:



A continuación, se describen detalladamente los resultados obtenidos:

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Kirpalani et al. (2013)	"A trial comparing non-invasive ventilation strategies in preterm infants".	Estudio randomizado aleatorizado multicéntrico en 34 unidades de cuidados intensivos neonatales de 10 países.	1009 neonatos con edad gestacional menor a 30 semanas y peso inferior a 1000 gramos	Se dividió a la población en dos grupos: G1: IPPV (497 pacientes). Fr: entre 10 y 40 rpm, PEEP 5-6 cmH ₂ O, PIP 10 por encima del valor de PEEP, Ti 0.3-0.5, Flujo de 8-12 L/min G2: CPAP (490 pacientes). 5-6 cm H ₂ O PEEP, Flujo a 6-12 L/min. Se desconoce la Fr, PIP y Ti fijados. En todos los modos la SatO ₂ fue la que mantuviera niveles de 90-95%.	Resultado primario: muerte antes de las 36 semanas o sobrevida con Broncodisplasia pulmonar (BDP) a las 36 semanas Resultado secundario: -muerte a las 36 semanas - muerte antes del alta hospitalaria -broncodisplasia a las 36 semanas - necesidad de intubación - tasa de perdida de aire	No hubo diferencias estadísticamente significativas en la sobrevida con BDP o muerte respecto de un grupo versus otro.

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Chen X. et al. (2013)	"A randomized controlled study of nasal intermittent positive pressure ventilation in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome"	Estudio prospectivo, controlado y aleatorizado en un solo centro de estudio.	62 pacientes prematuros con síndrome de distrés respiratorio neonatal tratados entre marzo de 2011 y mayo de 2012.	32 pacientes fueron tratados con NIPPV 30 pacientes fueron tratados con NCPAP	<ul style="list-style-type: none"> -índice de oxigenación. - valor de pH - PaCo2 - Duración de la aplicación del soporte ventilatorio. - complicaciones - tasa de éxito. - tasa de mortalidad. - tasa de broncodisplasia pulmonar. 	<p>El grupo NIPPV tuvo menor necesidad de intubación orotraqueal y mayor tasa de éxito.</p> <p>No hubo diferencias en el resto de las variantes.</p>

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Armarian et al (2014)	“Initial Treatment of Respiratory Distress Syndrome with Nasal Intermittent Mandatory Ventilation versus Nasal Continuous Positive Airway Pressure: A Randomized Controlled Trial”	Estudio de ensayo control de un solo centro de estudio.	98 infantes <34 semanas y con un peso al nacer <1500g nacidos entre marzo de 2013 y enero de 2014.	Se dividió a la población de estudio en dos grupos: G1: 44 infantes asignados al grupo NIMV. G2: 54 infantes asignados al grupo CPAP	-Falla del tratamiento de la NIMV -Necesidad de ventilación invasiva dentro de las primeras 48 horas. -Duración de la terapia en cada grupo Secundarias: -Necesidad de surfactante -Dependencia de oxígeno suplementario. -Incidencia de enfermedad pulmonar crónica. -Tiempo de estadía hospitalaria -Tiempo de nutrición enteral. -Presencia de neumotórax, ductus arterial persistente o hemorragia interventricular	La duración de la terapia NIMV fue significativamente menor que la CPAP (24hs vs 48hs), menor dependencia de oxígeno adicional (96 horas vs 144 horas) y menor cantidad de días internado (21 vs 28 días)

Autor	Titulo y año	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Kugelman et al. (2015)	"A randomized pilot study comparing heated humidified high-flow nasal cannulae with NIPPV for RDS"	Estudio piloto aleatorizado, controlado, prospectivo, de un solo centro	76 neonatos de edad gestacional <35 semanas, peso al nacer >1000 g, con SDR asignados al azar.	Se dividió a la población en dos grupos: G1: grupo HHHFNC (38 infantes) recibió flujos entre 1.0 y 5.0 L/min G2: grupo NIPPV (38 infantes)	Necesidad de intubación endotraqueal.	No hubo diferencias significativas entre ambos grupos.

Autor	Titulo y año	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Esmailnia et al. (2016)	"Comparision of complication and efficacy of NIPPV and NCPAP in preterm infants with respiratory distress syndrome"	Estudio clínico aleatorizado.	151 neonatos <34 semanas de gestación que recibieron InSurE y luego fueron asignados a los distintos grupos.	Se dividió la población en dos grupos. G1: CPAP (73 neonatos) G2: NIPPV (78 neonatos)	<ul style="list-style-type: none"> -falta en la extubación. - días de estadía hospitalaria. - perforación gastrointestinal. - apnea - hemorragia interventricular (HIV) - Tasa de mortalidad - Tasa de broncodisplasia pulmonar (BDP) 	Tanto la necesidad de reintubar (6% vs 17%), los días de estadía hospitalaria (23 días vs 32 días) como la tasa de BDP fueron menores en el grupo NIPPV respecto a el grupo CPAP.

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Salvo et al. (2017)	"Comparison of three non-invasive ventilation strategies (NSIPPV/BiPAP/NCPAP) for respiratory distress syndrome in very low birth weight infants"	Estudio retrospectivo multicéntrico.	191 neonatos < 32 semanas con un peso < 1500g con distrés respiratorio diagnosticado, que fueron admitidos entre enero 2013 y diciembre 2015 en las unidades de cuidados intensivos neonatales del Hospital de niños de Alessandria, Italia; Hospital de niños de Milán, (Italia) y el Centro médico de la Universidad de Maastricht (Países Bajos)	Se dividió el grupo de estudio en tres: G1: NCPAP (91) Presión de 4-8 cmH2O G2: NSIPPV (62) PEEP 4-6 cmH2O, PIP 15-20 cmH2O Ti 0.3-0.4 Fr 30-40 rpm G3: BiPAP (63) PIP 4-6 cmH2O, PEEP 7-10 cm H2O	Resultado primario: - Falla de la VNI Resultado secundario: -Requerimiento de surfactante - Tasa de Broncodisplasia pulmonar (BDP) - Tasa de Retinopatía del prematuro (ROP) - Tasa de Enterocolitis necrotizante (NEC) - Tasa de Neumotórax - Tasa de Hemorragia intraventricular (IVH) - Tasa de conducto arterioso persistente (PDA)	La incidencia de falla del tratamiento fue significativamente mayor en el grupo NCPAP; sin diferencias entre el grupo NSIPPV y BiPAP. En cuanto a los resultados secundarios no hubo diferencias entre los tres métodos.

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Cao et al. (2019)	"Three non-invasive ventilation strategies for preterm infants with respiratory distress syndrome: a propensity score analysis"	Estudio multicéntrico retrospectivo entre los años 2016 y 2018	512 bebés prematuros con diagnóstico de síndrome de distrés respiratorio que recibieron ventilación no invasiva temprana.	Se dividió a la población en tres cohortes: C1: NHFOV vs NIPPV (126 bebés) C2: NHFOV vs CPAP (96 bebés) C3: CPAP vs NIPPV (134 bebés) Los parámetros seteados fueron -para CPAP 6-8 cm H ₂ O - para NIPPV: Fr 10-30 rpm, PIP 15-25 cm H ₂ O, PEEP 4-6 cmH ₂ O. - para NHFOV: MAP 6-10 cmH ₂ O, frecuencia de 10 Hz, Ti 1:1, amplitud oscilatoria de 25-30 cmH ₂ O En todos los modos la SatO ₂ fue la que mantuviera niveles de 90-94%	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de intubación en los primeros 7 días. - Días de internación - mortalidad previa al alta - tasa de retinopatía del prematuro (ROP) > a estadio 2 - tasa de broncodisplasia pulmonar (BDP) a las 36 semanas de edad posmenstrual. - tasa de fuga de aire - tasa de hemorragia intraventricular (HIV) grado ≥ 3 - tasa de enterocolitis necrosante (NEC) ≥ estadio 2. 	La necesidad de intubación fue significativamente menor dentro de los 7 días en el grupo NHFOV en comparación con la CPAP y la NIPPV. No se encontró que la NIPPV sea más beneficiosa que la CPAP para evitar la intubación. No hubo diferencias significativas en cuanto a los resultados secundarios.

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Pan et al. (2021)	“Bi-level Nasal Positive Airway Pressure (BiPAP) versus Nasal Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) for Preterm Infants with Birth Weight Less Than 1500 g and Respiratory Distress Syndrome Following INSURE Treatment: A Two-center Randomized Controlled Trial”	Ensayo clínico aleatorizado.	284 neonatos nacidos entre enero de 2015 y diciembre de 2018 que fueron tratados con terapia InSurE y luego con aplicación de presión positiva	Luego de la administración de surfactante exógeno (InSurE) se dividió a la población en dos grupos: G1: 140 CPAP con una Presión de 6 cmH2O G2: 144 BiPAP con una PIP 9 cmH2O, PEEP 5 cmH2O, Ti: 1 segundo, Fr: 30 rpm.	<ul style="list-style-type: none"> - reintubación dentro de las 72 horas luego de la administración de surfactante. -tasa de mortalidad Resultados secundarios: - Cantidad de días en presión positiva -Duración de la administración de oxígeno -Tasa de BDP -Tasa de ROP -Tasa de NEC -Tasa de defecto de ductus arterioso -Tasa de Leucomalacia periventricular. -Días de internación 	El grupo BiPAP tuvo diferencias significativas respecto del grupo CPAP en cuanto a la reintubación dentro de las 72 horas (15 % vs 11.1), menor cantidad de días de presión soporte y oxigenoterapia. En cuanto a los demás resultados no hubo diferencias estadísticamente significativas.

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Oktem et al. (2021)	"Comparisson of four different non-invasive respiratory techniques as primary support in preterm infants"	Estudio randomizado aleatorizado.	76 pacientes prematuros menores de 32 semanas.	Se dividió la muestra en cuatro grupos: G1: CPAP (20) con una presión de 5-6 cm H ₂ O G2: NIPPV (19) PEEP 5 cmH ₂ O PIP 15-20 cmH ₂ O, Ti: 0.3-0.4 segundos, Fr: 25-30 rpm G3: HHHFNC (20) Flujo 7 L/min, temperatura 37 °C G4: NHFOV (17) MAP 6 cmH ₂ O, Delta P 100% y oscilación de 10 Hz.	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de intubación - duración de la ventilación no invasiva - tasa de fuga de aire - distensión abdominal - hemorragia intraventricular - enterocolitis necrotizante - lesión nasal - aumento de secreciones - agitación - mortalidad 	<ul style="list-style-type: none"> - La terapia de CPAP y la NHFOV demostraron alta tasa de intubación. - mayor lesión nasal con la NIPPV y la NHFOV - mayor evidencia de secreciones y bloqueo de cánulas en la NIPPV y NHFOV - sin diferencias estadísticas significativas en las demás variables.

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Lai et al. (2022)	"Non-invasive high frequency oscillation as initial respiratory support for preterm infants with respiratory distress syndrome"	Estudio retrospectivo entre enero 2016 y enero 2019. Ensayo clínico aleatorizado.	244 infantes prematuros < 30 semanas de gestación con diagnóstico de distrés respiratorio	Se dividió a la población en dos grupos: G1: grupo NHFOV (115 neonatos), MAP de 8 cmH2O, frecuencia de 9 Hz, FiO2 0.4%. G2: grupo BiPAP (129 neonatos) PEEP mínima de 5 cmH2O, máxima de 9 cmH2O. Fr: 30 rpm, Ti 0.5 segundos	Respecto al estado respiratorio: -Falla del tratamiento en las primeras 72 horas - requerimiento de surfactante - necesidad de dos o más aplicaciones de surfactante - tiempo transcurrido hasta la primera intubación. - duración de la VNI Respecto de las complicaciones: -lesión nasal - tasa de fuga de aire - ROP - NEC - BDP	La probabilidad de falla del tratamiento en las primeras 72 horas, la duración de la VNI, la tasa de fuga de aire y el tiempo de estadía hospitalaria fueron menores en el grupo NHFOV. No hubo diferencias en el diagnóstico de BDP entre ambos grupos, aunque si se detectó mayor número de BDP grave en el grupo BiPAP

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Chen W. et al (2022)	“Noninvasive high-frequency oscillatory ventilation versus bi-level positive pressure ventilation in premature infants with respiratory failure: A retrospective study”	Estudio retrospectivo. Ensayo clínico aleatorizado.	307 prematuros admitidos entre enero 2019 y diciembre de 2020 en la UCIN nivel III del Hospital materno e infantil de la ciudad de Fujian.	Luego de una hora de CPAP los prematuros fueron asignados a dos grupos: G1 de 128 infantes: NHFOV (MAP: 6-12 cmH2O, Frecuencia de 6-12 Hz, Amplitud: 2-3 veces el valor de MAP hasta que se vean oscilaciones en el tórax.) G2 de 127 infantes: BiPAP (valor más bajo de PEEP 5-7 cmH2O, valor más alto de PEEP 8-12 cmH2O. Ti: 0.5-0.7 segundos. Fr: 30 rpm)	-Necesidad de intubación. - Ventilación mecánica dentro de los primeros 7 días. Resultados secundarios: -niveles de PCO2 y PO2 - tasa de mortalidad previo al alta - trauma nasal - distensión abdominal - BDP - Hemorragia intraventricular (IVH) - leucomalacia periventricular-(PVL) - Enterocolitis necrotizante (NEC) - retinopatía del prematuro (ROP). - fugas de aire (incluidos neumotórax, neumomediastino y neumopericardio)	La tasa de intubación y necesidad de ventilación mecánica invasiva fue significativamente menor en el grupo NHFOV que en el grupo BiPAP. No hubo diferencias significativas en los resultados secundarios.

Autor y año	Titulo	Diseño	Población	Intervención	Variables	Resultados
Lee j. et al (2022)	“NIV-NAVA versus NCPAP immediately after birth in premature infants: A randomized controlled trial”	Ensayo controlado aleatorizado.	20 pacientes de entre 28 y 31 semanas de gestación.	Los pacientes fueron asignados a dos grupos inmediatamente luego del parto. G1: 10 neonatos, NCPAP de 6 cmH2O y Fio2 inicial de 0.30 G2: 10 neonatos, NIV- NAVA con PEEP 6 cmH2O y NAVA de 1.0 CmH2O/ μ V, EAdi trigger 0.5 μ V, PIP límite de 35 cmH2O, PEEP de respaldo 12cmH2O, FR de respaldo de 40 rpm, Ti de respaldo de 0.5	-El mínimo y el máximo valor de -EAdi (electrical activity of the diafragm) durante las primeras dos horas desde el nacimiento. -Tasa neural respiratoria (nRR) -Saturación de oxígeno (SpO2) -Frecuencia cardiaca -FiO2 - apneas neurales a partir del nacimiento.	La NIV- NAVA aplicada desde el nacimiento tiene los mismos efectos que la aplicación de CPAP en cuanto al pico de EAdi y días totales de tratamiento. No hubo diferencias en las otras variantes. La NIV- NAVA reduce los tiempos de apnea neural en comparación con CPAP.

VI.2. Análisis de los artículos:

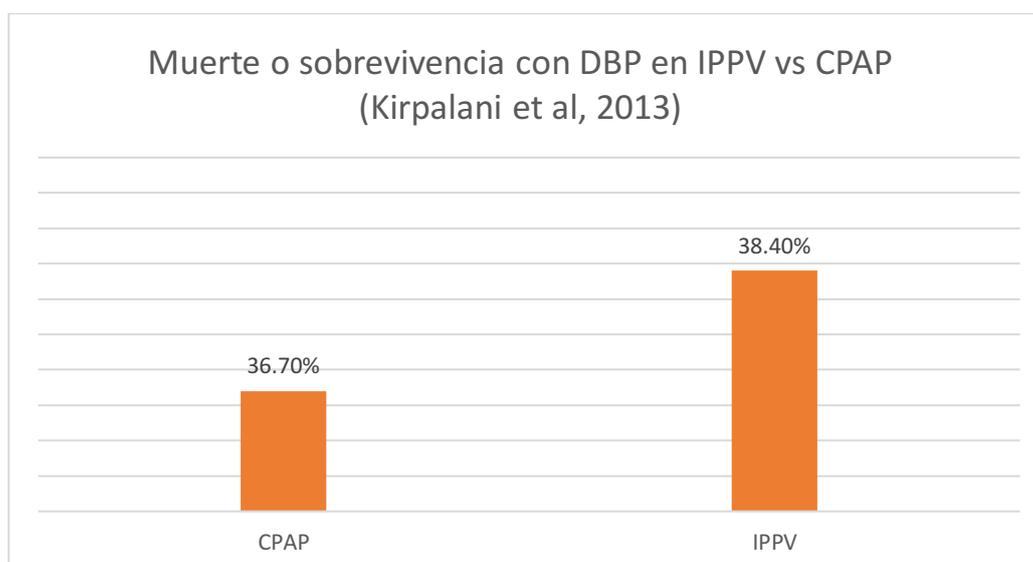
a) “A trial comparing non-invasive ventilation strategies in preterm infants” / “Un ensayo comparando estrategias de ventilación no invasiva en infantes prematuros”. Kirpalani et al (2013)⁽²⁴⁾

El presente estudio se destaca por ser uno de los ensayos clínicos con la población más numerosa entre los artículos seleccionados. Se asignaron aleatoriamente 1009 niños con un peso al nacer de menos de 1000 g y una edad gestacional <30 semanas a una de dos formas de soporte ventilatorio no invasivo: ventilación nasal con presión positiva intermitente (NIPPV) o ventilación nasal continua presión positiva en las vías respiratorias (NCPAP).

El resultado primario fue la muerte antes de las 36 semanas de edad posmenstrual o supervivencia con displasia broncopulmonar. La displasia broncopulmonar se definió, según los criterios del Instituto Nacional de Salud (NIH), por la recepción de cualquier forma de soporte de presión positiva en las vías respiratorias o requerimiento de oxígeno suplementario a las 36 semanas.

El requerimiento de oxígeno suplementario a las 36 semanas se definió como un FiO₂ de 0,30 o más o, si la FiO₂ fue de 0,22 a 0,29, con confirmación de un requerimiento de oxígeno suplementario por medio de la prueba de reducción del oxígeno.

De los 497 lactantes asignados a NIPPV para quienes se disponía de datos adecuados, 191 fallecieron o sobrevivieron con displasia broncopulmonar (38,4%), en comparación con 180 de 490 bebés asignados a CPAP nasal (36,7) (P = 0,56). Las frecuencias de fugas de aire y enterocolitis necrotizante, la duración de la asistencia respiratoria y el tiempo hasta la alimentación completa no difirió significativamente entre los grupos de tratamiento. Entre los bebés con peso extremadamente bajo al nacer, la tasa de supervivencia a las 36 semanas de posmenstrual y la edad sin displasia broncopulmonar no difirió significativamente después de la asistencia respiratoria no invasiva con IPPV en comparación con CPAP nasal.



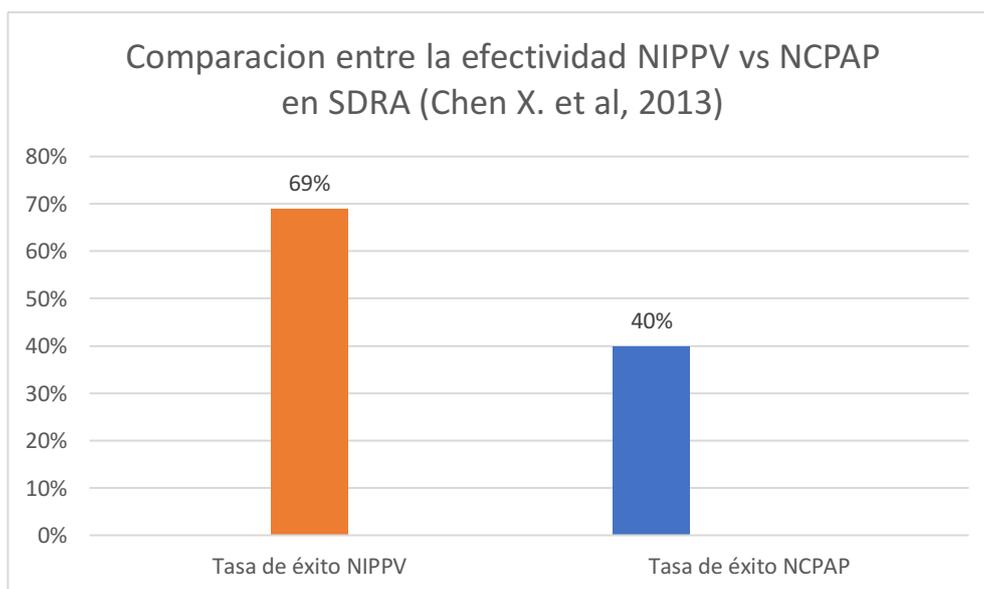
b) “A randomized controlled study of nasal intermittent positive pressure ventilation in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome” / “Estudio control aleatorizado de NIPPV en el tratamiento del distrés respiratorio neonatal” Chen X. et al. (2013).⁽²⁵⁾

El objetivo de este estudio prospectivo aleatorizado fue comparar los efectos clínicos de la ventilación nasal con presión positiva intermitente (NIPPV) y la presión nasal positiva continua en las vías respiratorias (NCPAP) en el tratamiento del síndrome de dificultad respiratoria neonatal.

Se incluyeron 62 bebés prematuros con SDRN que fueron asignados al azar, 32 de ellos para recibir NIPPV y 30 para recibir NCPAP. Se compararon el índice de oxigenación (IO), el pH, la PaCO₂, la duración del soporte respiratorio, las complicaciones, la tasa de éxito, la mortalidad hospitalaria y la incidencia de displasia broncopulmonar (DBP) entre los dos grupos.

Luego de una hora de ventilación no invasiva, el IO en el grupo de NIPPV fue mayor que en el grupo de NCPAP ($p < 0,05$), pero no hubo diferencias significativas en el pH y la PaCO₂ entre los dos grupos ($p > 0,05$ para ambos). Una proporción significativamente menor de lactantes necesitó ventilación invasiva (VMI) cuando fueron tratados inicialmente con NIPPV que cuando fueron tratados inicialmente con NCPAP (31% vs 60%, $p < 0,05$). El grupo de NIPPV tuvo una tasa de éxito significativamente más alta que el grupo de NCPAP (69% vs 40%, $p < 0,05$), pero no hubo diferencias significativas en la duración de la asistencia respiratoria entre los dos grupos ($P > 0,05$). Además, no se observaron diferencias significativas en la incidencia de neumotórax, mortalidad hospitalaria (6% vs 10%, $p > 0.05$) e incidencia de DBP entre los dos grupos (9% vs 13%, $p > 0,05$).

En comparación con la terapia NCPAP, la NIPPV fue efectiva para disminuir significativamente la proporción de bebés prematuros con SDRN que necesitan VMI. Sin embargo, no hay evidencia de que la NIPPV pueda reducir significativamente la mortalidad hospitalaria y la incidencia de BPD en bebés prematuros con SDRN.

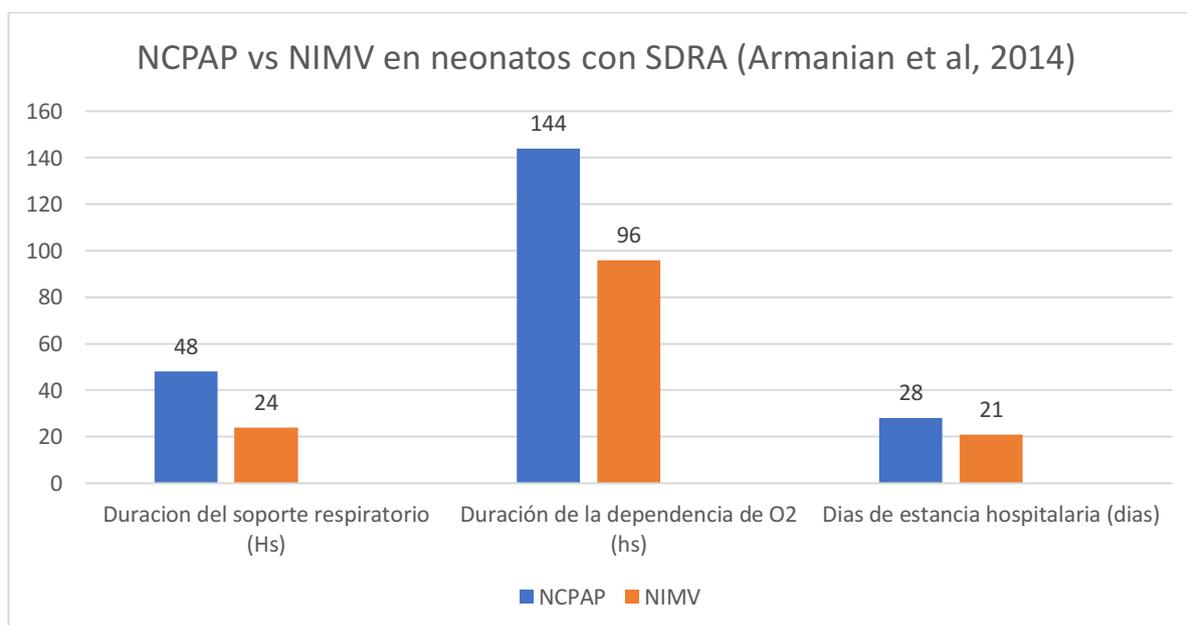


c) “Initial Treatment of Respiratory Distress Syndrome with Nasal Intermittent Mandatory Ventilation versus Nasal Continuous Positive Airway Pressure: A Randomized Controlled Trial”. / “Tratamiento inicial del síndrome de distrés respiratorio con NIPPV versus NCPAP: un estudio control aleatorizado”. Armanian et al. (2014)⁽²⁶⁾

En este estudio de control aleatorizado de un solo centro, se incluyeron 98 prematuros con un peso al nacer (BW) \leq 1500 g y/o edad gestacional \leq 34 semanas con dificultad respiratoria. Fueron asignados aleatoriamente en dos grupos, 44 neonatos recibieron VMNI (IPPV) temprana y un grupo de 54 neonatos recibió NCPAP temprana. Se administraron surfactantes cuando el requerimiento de FiO₂ fue $>30\%$.

Se evaluó el fracaso de la asistencia respiratoria no invasiva, descrito como la necesidad de VM en las primeras 48 horas de vida y la duración de la asistencia respiratoria no invasiva en cada grupo.

Se puede observar que, en este estudio, el uso de VMNI (95,5 %) no fue inferior a la NCPAP (98,1%). La duración de la asistencia respiratoria no invasiva en el grupo de VMNI fue significativamente más corta que la de NCPAP, siendo la duración media de 24 horas (rango 18,00-48,00) frente a 48,00 (22,00-120,00) horas en los grupos de VMNI frente a NCPAP ($P < 0,001$). De manera similar, la duración de la dependencia de oxígeno fue menor para la VMNI, con una media de 96,00 (41,00-504,00) horas versus 144,00 (70,00-1130,00) horas en los grupos de VMNI versus NCPAP ($P: 0,009$). Como dato curioso, el tiempo hasta la alimentación enteral completa y la duración de la estancia hospitalaria fueron más favorables en el grupo de VMNI que en el de NCPAP. En base a estos resultados indican que el tratamiento inicial del SDR con VMNI fue seguro y bien tolerado. Además, la VMNI presenta excelentes beneficios, como la reducción de la duración del tratamiento, el período de dependencia de oxígeno y la duración de la estancia hospitalaria.



d) “A randomized pilot study comparing heated humidified high-flow nasal cannulae with NIPPV for RDS”/ “Estudio piloto aleatorizado comparando HHHFNC con NIPPV para el síndrome de distrés respiratorio” Kugelman et al. (2015) ⁽²⁷⁾

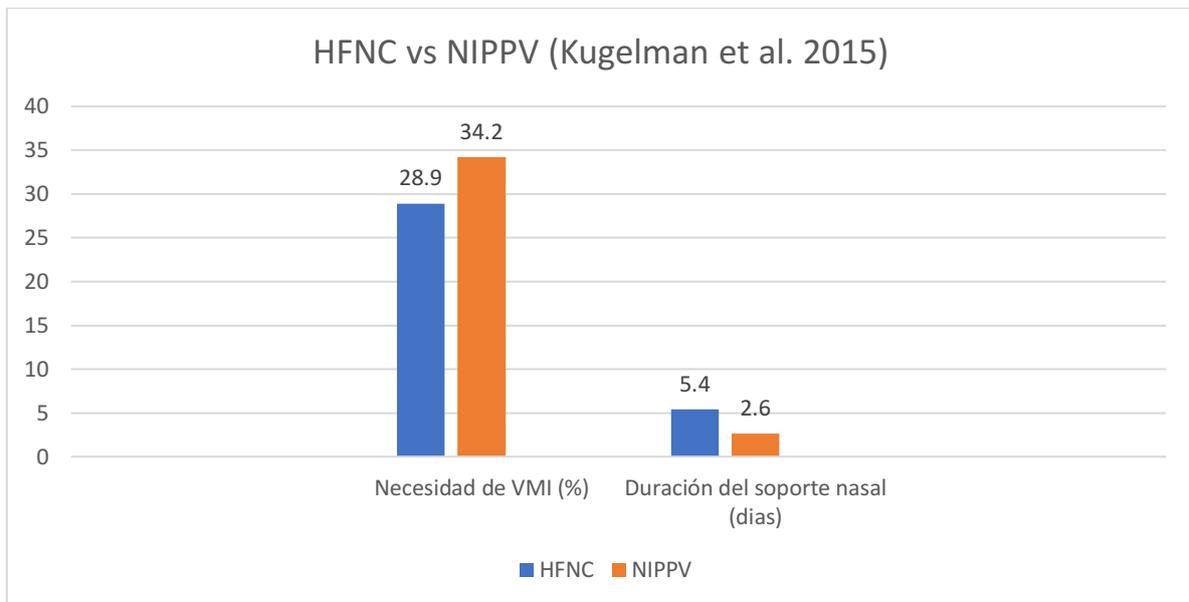
El objetivo de este estudio fue comparar el requerimiento de ventilación endotraqueal en recién nacidos prematuros tratados con cánula nasal de alto flujo humidificada y calentada (HHHFNC) con aquellos tratados con ventilación con presión positiva intermitente nasal (NIPPV) para el tratamiento primario del síndrome de dificultad respiratoria en neonatos (SDRN).

Se realizó un estudio piloto aleatorizado, controlado, prospectivo y de un solo centro. Los bebés (edad gestacional [GA] <35 semanas, peso al nacer [BW] >1000 g) con SDR se asignaron al azar para recibir HHHFNC (38 bebés) a flujos entre 1,0 y 5,0 l/min, o NIPPV (38 lactantes). Se administró surfactante como terapia de rescate. El análisis se realizó por intención de tratamiento, es decir que se incluye a todos los pacientes que han sido inicialmente asignados a cada grupo de tratamiento independientemente de que completaran o no el periodo de tratamiento y/o seguimiento.

No hubo diferencias en las características de los lactantes ([media ± DE] EG 31,8 ± 2,3 frente a 32,0 ± 2,3 semanas) y estado cardiorrespiratorio al ingreso al estudio (FiO₂ 0,25 ± 0,05 frente a 0,26 ± 0,07; SpO₂ 90 ± 6 % frente a 87 ± 12 PCO₂ 54,4 ± 10,4 frente a 52,6 ± 8,0 mmHg) fueron comparables para los grupos HHHFNC y NIPPV.

No hubo diferencia significativa en la necesidad de ventilación endotraqueal (28,9 % frente a 34,2 %) entre los grupos HHHFNC y NIPPV. Se destaca que solo un bebé falló con HHHFNC y tuvo éxito con NIPPV como terapia de rescate. La tasa de morbilidades neonatales (entre las que se mencionó la presencia de neumotórax, displasia broncopulmonar, hemorragia intraventricular, enterocolitis necrosante, conducto arterioso permeable y trauma nasal) fue comparable en ambos grupos. La duración del soporte nasal fue mayor con HHHFNC en comparación con NIPPV (5,4 ± 4,0 frente a 2,6 ± 1,9 días, P = 0,006), pero la duración de la ventilación endotraqueal, el tiempo hasta la alimentación completa y la duración de la estancia fueron similares.

Aunque se trata de un estudio piloto, los resultados sugieren que la HHHFNC puede ser tan eficaz como la NIPPV en la prevención de la ventilación endotraqueal en el tratamiento primario de SDR en bebés prematuros (<35 semanas GA y BW > 1000 g).



e) “Comparision of complication and efficacy of NIPPV and NCPAP in preterm infants with respiratory distress syndrome”/ “Comparación de complicaciones y eficacia de la NIPPV y NCPAP en prematuros con síndrome de distrés respiratorio” Esmaelinia et al. (2016)⁽²⁸⁾

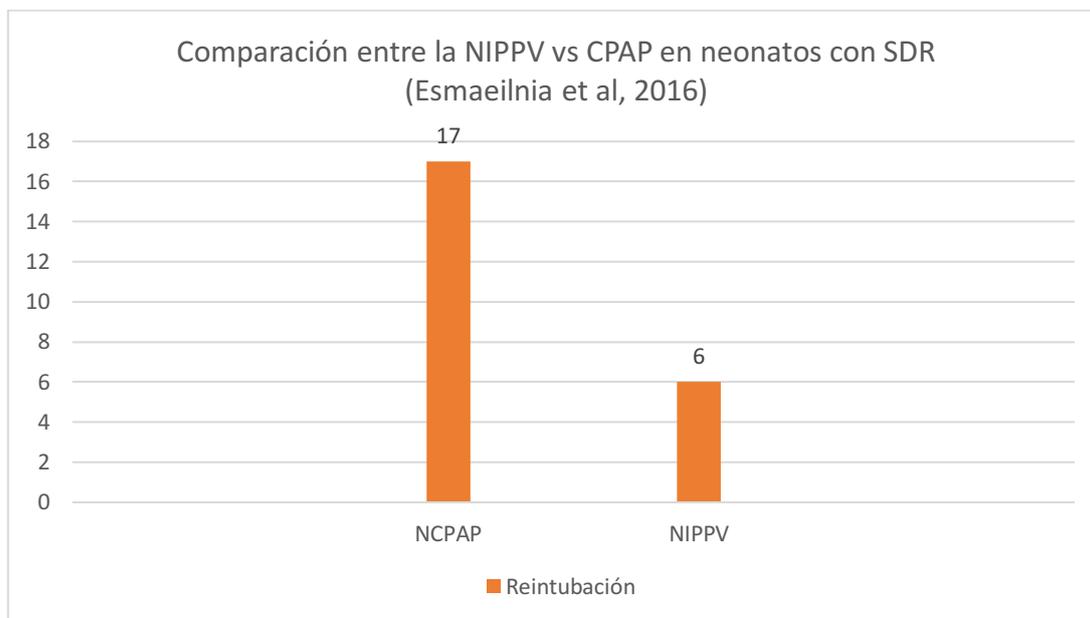
Este es un ensayo clínico aleatorizado en el cual se compararon dos métodos no invasivos muy estudiados de soporte ventilatorio, NCPAP y NIPPV. Los recién nacidos prematuros con menos de 34 semanas de gestación que padecían SDR ingresaron al estudio, que en total sumaron un total de 151 recién nacidos admitidos en la UCIN de Vali-Asr (Tehrán, Irán) durante los años 2012-2013. La mayoría de estos pacientes recibieron surfactante como rescate temprano a través del método INSURE y luego se dividieron aleatoriamente en dos grupos NCPAP (73 neonatos) y NIPPV (78 neonatos). Se comparó las complicaciones tempranas y tardías, incluido el fracaso de la extubación, la duración de la estancia hospitalaria, presencia de perforación gastrointestinal, apneas, hemorragia intraventricular (IVH) y la tasa de mortalidad.

La necesidad de reintubación fue del 6 % en el grupo NIPPV frente al 17,6 % en el grupo NCPAP (P = 0,031). La duración de la estancia hospitalaria fue de $23,92 \pm 13,5$ frente a $32,61 \pm 21,07$ días en los grupos de NIPPV y NCPAP, respectivamente (P = 0,002). Se informó que la enfermedad pulmonar crónica (CLD) era del 4 % en los grupos de NCPAP y del 0 % en los grupos de NIPPV (p = 0,035). La complicación más común que se presentó en ambos grupos fue la lesión de la piel y mucosas nasales. No se informó perforación gastrointestinal en ninguno de los grupos, pero si se encontró una gran cantidad de casos de hemorragia intraventricular (IVH) que resultó ser estadísticamente poco significativa.

Se demostró que los efectos de la NIPPV reducen la necesidad de PEEP alta y proporciona mayor capacidad residual funcional (CRF), donde más alvéolos se reclutan debido al uso de un pico más alto de presión inspiratoria (PIP). Esto se traduce en una disminución del trabajo en los músculos

respiratorios. Con respecto a la diferencia entre ambos grupos en cuanto a los días de estancia hospitalaria, se puede atribuir la diferencia a los distintos criterios de los centros de estudio al momento de desvincular al paciente del respirador.

Este estudio revela que la duración de la estancia hospitalaria, la reintubación y las tasas de displasia broncopulmonar (DBP) disminuyen significativamente en los recién nacidos que reciben NIPPV como tratamiento para el SDR en comparación con la NCPAP.



f) “Comparison of three non-invasive ventilation strategies (NSIPPV/BiPAP/NCPAP) for respiratory distress syndrome in very low birth weight infants”. / “Comparación de tres estrategias ventilatorias no invasivas (NSIPPV/BiPAP/NCPAP) para el síndrome de distrés respiratorio en infantes nacidos con muy bajo peso”. Salvo et al. (2017) ⁽²⁹⁾

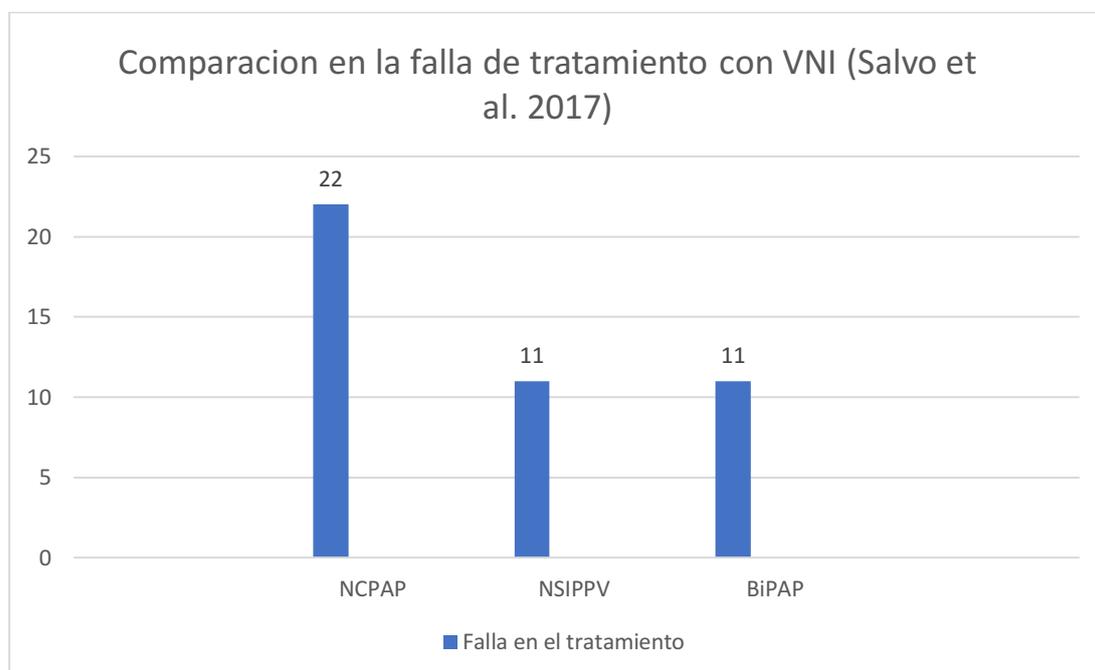
El objetivo del siguiente estudio fue evaluar la eficacia de tres estrategias de ventilación no invasiva: presión nasal positiva continua en las vías respiratorias (N-CPAP), nasal intermitente sincronizada ventilación con presión positiva (N-SIPPV) y CPAP nasal de dos niveles (BiPAP), como tratamiento de primera intención para SDR en recién nacidos de muy bajo peso al nacer (MBPN).

En este estudio retrospectivo, multicéntrico, realizado en tres unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) se inscribieron a 191 lactantes MBPN complicados con SDR, que recibieron, como primer tratamiento para SDR, tres enfoques de VNI (N-CPAP: n=66; N-SIPPV: n=62, BiPAP: n=63). Se evaluó el desempeño de estas estrategias de VNI, tomando como resultado primario el fracaso dentro de los primeros 5 días de vida y algunos criterios de valoración secundarios seleccionados, como por ejemplo la presencia de ductus arterioso persistente (PDA), retinopatía del prematuro (ROC), enterocolitis necrotizante (NEC), neumotórax, muerte, entre otras variables.

Como resultado se obtuvo que la incidencia de fracaso de la VNI fue significativamente mayor en el grupo NCPAP (22/66) que en los grupos NSIPPV/BiPAP (11/62; 11/63) ($p < 0,05$ para ambos), mientras que no se observó diferencia entre los grupos NSIPPV y BiPAP. Además, no se encontraron diferencias entre los tres grupos con respecto a los resultados secundarios.

El presente estudio demostró que los modos NSIPPV/BiPAP utilizados como soportes ventilatorios no invasivos de primera intención, presentan una disminución en el riesgo de fracaso en los lactantes con muy bajo peso de nacimiento complicados con SDR.

Los resultados son consistentes y ofrecen apoyo adicional a las observaciones anteriores que mostraron el beneficio de NIPPV versus NCPAP, en prematuros con SDR, con una reducción significativa de la necesidad de intubación y VM en particular dentro las primeras 72 h de vida.



g) “Three non-invasive ventilation strategies for preterm infants with respiratory distress syndrome: a propensity score analysis” / “Tres estrategias de ventilación no invasiva para prematuros con síndrome de distrés respiratorio: análisis de puntaje de propensión” Cao et al. (2019) ⁽³⁰⁾

El presente estudio fue diseñado y realizado para comparar la eficacia entre la presión nasal positiva continua en las vías respiratorias (NCPAP), la ventilación nasal intermitente con presión positiva (NIPPV) y la ventilación no invasiva oscilatoria de alta frecuencia (HFOV) como soporte ventilatorio no invasivo primario en recién nacidos prematuros con síndrome de dificultad respiratoria (SDR).

Este estudio retrospectivo multicéntrico se realizó con datos de cuatro unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) en China entre 2016 y 2018. En el mismo se incluyeron datos de unos 512 bebés prematuros con SDR que recibieron ventilación no invasiva (VNI) temprana. El resultado primario fue la necesidad de intubación y aplicación de ventilación mecánica invasiva (IMV) dentro de los primeros 7 días después del nacimiento. Los criterios para la intubación y la ventilación mecánica fueron los siguientes: acidosis respiratoria grave ($\text{PaCO}_2 > 65$ mm Hg con $\text{pH} < 7,20$); apnea grave y bradicardia (definida como apnea recurrente con 3 o más episodios/hora asociada con una frecuencia cardíaca $< 100/\text{min}$, un único episodio de apnea que requiere ventilación con mascarilla); hipoxia ($\text{FiO}_2 > 0,5$ con $\text{PaO}_2 < 50$ mm Hg) durante al menos 2 horas; otras circunstancias específicas se decidieron según el criterio del equipo médico en cada sitio.

Los resultados secundarios evaluados fueron los días de hospitalización, mortalidad previa al alta, tasa de retinopatía del prematuro (ROP) $>$ estadio II, tasa de displasia broncopulmonar (DBP) a las 36 semanas de edad posmenstrual, tasa de fugas de aire, tasa de hemorragia intraventricular (IVH) \geq grado 3 y tasa de enterocolitis necrosante (NEC) \geq estadio II.

Se utilizó la regresión logística para el cálculo de la puntuación de propensión a partir de las características iniciales de los pacientes, incluida la edad gestacional, el sexo, el peso al nacer, el embarazo múltiple, el parto por cesárea, la puntuación de Apgar a los 5 min, los corticosteroides, la ruptura prematura de membranas, el tratamiento con cafeína, el tratamiento con surfactante y la diabetes. Este artículo es el único de los seleccionados que utilizó un análisis de puntaje de propensión con emparejamiento 1: 1, realizando el emparejamiento con el paciente más cercano usando calibradores de ancho igual a 0.1 de la desviación estándar del modelo logit del puntaje de propensión. Se realizaron imputaciones múltiples porque la exclusión de pacientes con al menos una variable faltante puede causar sesgo.

Se distribuyó a la población en tres cohortes a partir de la utilización de puntuación de propensión. En cada cohorte se comparaban dos soportes entre sí, se identificaron 126 bebés en la cohorte NHFOV vs a NIPPV, 96 bebés en la cohorte (NHFOV vs a NCPAP), 134 bebés en la cohorte NIPPV vs NCPAP, respectivamente. No hubo diferencias significativas entre los subgrupos respecto a las características de cada paciente.

Los resultados demostraron que la necesidad de VMI fue significativamente menor en los grupos NHFOV en comparación con los grupos NCPAP y NIPPV respectivamente (13/126 frente a 27/126, $p = 0,016$; 9/96 frente a 20/96, $p = 0,027$), mientras que no se observaron diferencias entre los grupos NIPPV y NCPAP (25/134 vs. 25/134, $p = 0,805$). Sin embargo, el número de días de hospitalización en NIPPV fueron significativamente menor que el del grupo NCPAP ($24,8 \pm 14,6$ días vs. $33,2 \pm 20,2$ días $p = 0,002$). En los análisis de subgrupos, la necesidad de VMI fue significativamente menor en el grupo NHFOV que en el grupo NCPAP y NIPPV (7: 79 frente a 15: 74; IC del 95 %: 1,00–6,836; $p = 0,044$, y 11: 102 frente a 22: 98; IC 95%: 1,092–5,251; $p =$

0,026), y no hubo diferencia entre la NIPPV y la NCPAP en los recién nacidos prematuros de ≤ 32 semanas de edad gestacional. No hubo diferencias significativas entre los tres grupos ($p > 0,05$ respectivamente) en cuanto a los resultados secundarios.

Como conclusión, en este estudio retrospectivo multicéntrico, la NHFOV redujo significativamente la necesidad de VMI dentro de los primeros 7 días en comparación con NCPAP y NIPPV en el tratamiento de bebés prematuros con SDR sin aumentar la incidencia de eventos adversos. Se destaca la capacidad de la NHFOV para disminuir los niveles de CO₂ en comparación con los otros soportes. Además, la ausencia de diferencias en cuanto a la presencia de complicaciones evidencia que no hay diferencias entre los distintos métodos no invasivos estudiados. Llamativamente, no se encontró que la NIPPV fuera superior a la NCPAP para disminuir la necesidad de VMI en el tratamiento de los recién nacidos prematuros con SDR, lo que contrasta con otros resultados de estudios similares.

Los resultados pueden ser resumidos y explicados de una manera más simple en la siguiente imagen donde se detallan los datos estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

Parameter	NHFOV	NIPPV	P_1	NHFOV	NCPAP	P_2	NIPPV	NCPAP	P_3
IMV:			0.016			0.027			1.00
Yes	13 (10.3)	27 (21.4)		9 (9.4)	20 (10.8)		25 (18.9)	25 (18.7)	
No	113 (89.7)	99 (78.6)		87 (90.6)	76 (79.2)		109 (81.1)	109 (81.3)	
NEC:			0.076			0.733			0.473
Yes	9 (7.1)	3 (2.4)		4 (4.2)	5 (5.2)		3 (2.2)	5 (3.7)	
No	117 (92.9)	123 (97.6)		92 (95.8)	91 (94.8)		131 (97.8)	129 (96.3)	
ROP:			0.424			0.551			0.475
Yes	6 (4.8)	9 (7.1)		5 (5.2)	7 (7.3)		8 (6.0)	11 (8.2)	
No	120 (95.2)	117 (92.9)		91 (94.8)	89 (92.7)		126 (94.0)	123 (91.8)	
PNX:			0.134			1.00			1.00
Yes	3 (2.4)	0 (0.0)		1 (1.0)	1 (1.0)		0	0	
No	123	126 (100)		95 (99.0)	95 (99.0)		134	134	

(IMV: invasive mechanical ventilation; NEC: necrotizing enterocolitis; ROP: Retinopathy of prematurity; PNX: Pneumothorax)

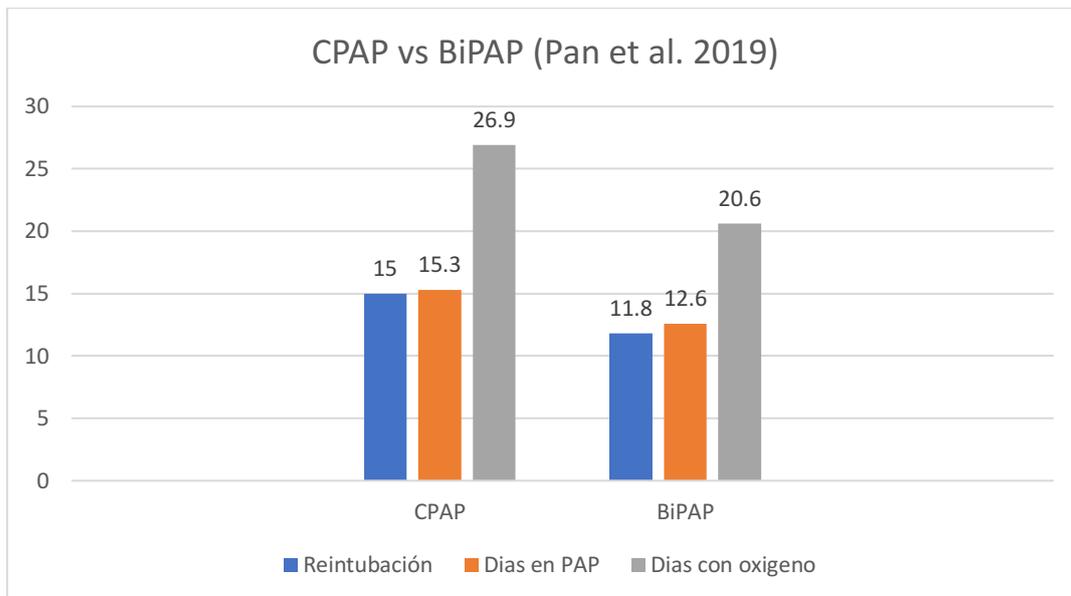
h) “Bi-level Nasal Positive Airway Pressure (BiPAP) versus Nasal Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) for Preterm Infants with Birth Weight Less Than 1500 g and Respiratory Distress Syndrome Following INSURE Treatment: A Two-center Randomized Controlled Trial”/ “Dos niveles de presión positiva en la vía aérea (BiPAP) versus presión positiva continua sobre la vía aérea (CPAP) para prematuros con un peso de nacimiento menor a 1500g y síndrome de distrés respiratorio seguido de tratamiento INSURE: un estudio controlado aleatorizado de dos centros” Pan et al.(2019)⁽³¹⁾

El presente estudio control tuvo como objetivo examinar la efectividad de dos niveles de presión positiva sobre la vía aérea (BiPAP) versus presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP) en recién nacidos prematuros con peso inferior a 1500 g y síndrome de dificultad respiratoria (SDR) después de intubación-extubación con tratamiento de surfactante (INSURE).

El resultado primario a evaluar fue la tasa de reintubación de los lactantes dentro de las 72 horas de edad luego de la administración de surfactante por medio de la técnica INSURE. Los resultados secundarios evaluados incluyeron la presencia de alguna complicación relacionada a la aplicación de ventilación, como la displasia broncopulmonar (DBP), enterocolitis necrotizante (NEC), retinopatía de prematuridad (ROP), y la incidencia de eventos adversos. La función pulmonar al año de edad corregida también se comparó entre los dos grupos. Hubo 140 neonatos evaluados en el grupo CPAP y 144 en el grupo BiPAP. Después de realizar INSURE, las tasas de reintubación de lactantes dentro de las 72 h de edad fueron del 15 % y 11,1% en el grupo CPAP y el grupo BiPAP, respectivamente ($P>0,05$). Los neonatos del grupo BiPAP estuvieron en terapia de presión positiva en las vías respiratorias (PAP) tres días menos que en el grupo de CPAP (12,6 d y 15,3 d, respectivamente, $P<0,05$), y con oxígeno seis días menos que en el grupo CPAP (20,6 d y 26,9 d, respectivamente, $P<0,05$).

Otros resultados como BPD, NEC, ROP e intolerancia alimentaria no fueron significativamente diferentes entre los dos grupos ($P>0,05$). No hubo diferencia en el pulmón funcional al año de edad entre los dos grupos ($P>0,05$).

En conclusión, después de la terapia INSURE, la tasa de reintubación de lactantes dentro de las 72 horas de edad fue significativa entre el grupo BiPAP y el grupo CPAP. La BiPAP fue superior a CPAP en términos de duraciones más cortas (días) con apoyo de presión positiva y suplementación de oxígeno. No hubo diferencias en las incidencias de DBP y ROP, y en la función pulmonar al año de edad entre los dos métodos de ventilación.



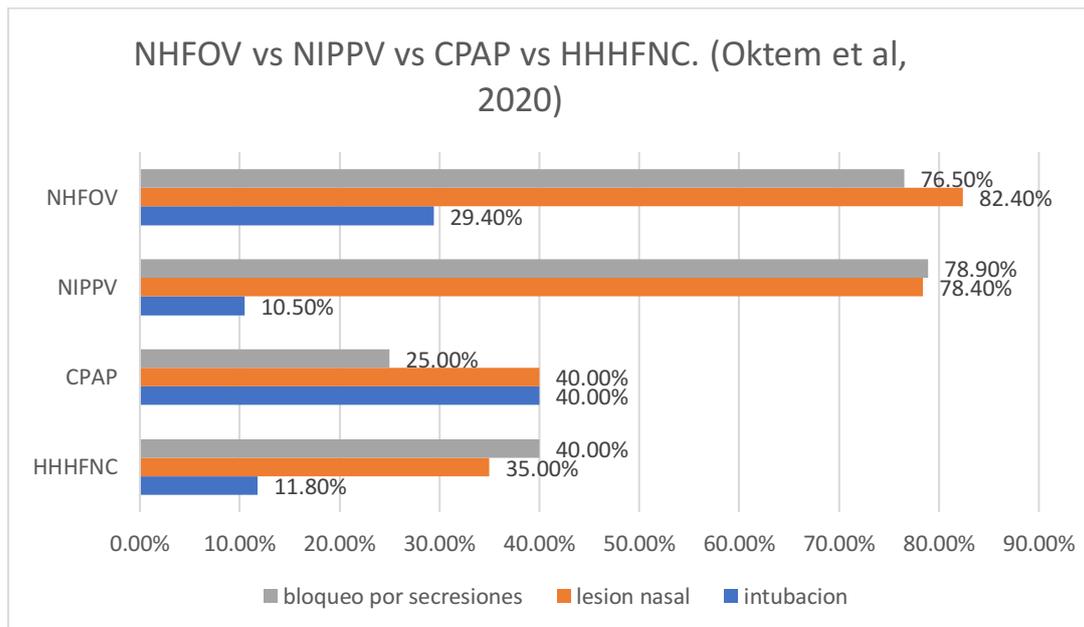
i) “Comparisson of four different non-invasive respiratory techniques as primary support in preterm infants”/ “Comparación de cuatro diferentes técnicas respiratorias no invasivas como soporte primario en prematuros” Oktem et al. (2021)⁽³²⁾

Este estudio comparó el efecto de cuatro tipos distintos de soporte de VNI: la cánula nasal de alto flujo humidificada y calentada (HHHFNC), la presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP), la ventilación con presión positiva intermitente nasal (NIPPV) y la ventilación con oscilación de alta frecuencia nasal (NHFOV) en una población conformada por 76 bebés recién nacidos prematuros (edad gestacional < 32 semanas) con dificultad respiratoria.

Del total de pacientes, 20 recibieron HHHFNC, mientras que 20 recibieron NCPAP, 19 recibieron NIPPV y 17 recibieron NHFOV como soporte respiratorio. El resultado primario fue la necesidad de intubación durante la asistencia respiratoria no invasiva. Los resultados secundarios incluyeron la duración de la ventilación no invasiva, el síndrome de fuga de aire, la distensión abdominal, la hemorragia intraventricular (IVH), la enterocolitis necrosante (NEC), la lesión nasal, el aumento de las secreciones, la agitación y la tasa de mortalidad. La tasa de intubación fue mayor en los grupos NCPAP (40 %) y NHFOV (29,4 %) en comparación con los grupos NIPPV (10,5 %) y HHHFNC (11,8 %). Se habían desarrollado más lesiones nasales en los grupos NIPPV (78,9 %) y NHFOV (82,4 %) en comparación con los grupos NCPAP (40 %) y HHHFNC (35 %). Además, la secreción viscosa que bloqueó las cánulas fue mayor en los grupos NIPPV (78,9 %) y NHFOV (76,5 %) que en los grupos NCPAP (25 %) y HHHFNC (40 %). No hubo diferencias significativas en los 4 grupos en cuanto a la duración de la ventilación no invasiva, distensión abdominal, NEC, IVH, síndrome de fuga de aire o mortalidad.

Con estos datos los autores sugieren que los métodos NIPPV y HHHFNC tienen efectos beneficiosos en los recién nacidos prematuros en las UCIN <32 semanas de gestación. Sin embargo, se recomienda tener cuidado con respecto a sus complicaciones.

Si bien estos métodos pueden ser útiles, requieren más experiencia para usarlos como modo principal de asistencia respiratoria para el SDR. Además, se cree que la NHFOV causa menos barotrauma y daño a los pulmones respecto a las otras terapias comparadas.



j) *“Non-invasive High-Frequency Oscillatory Ventilation as Initial Respiratory Support for Preterm Infants With Respiratory Distress Syndrome” / “Ventilación no invasiva a alta frecuencia oscilatoria como soporte respiratorio inicial en infantes con síndrome de distrés respiratorio.” Lai et al. (2022).*

(33)

El objetivo de este estudio fue investigar la seguridad y viabilidad de HFOV como apoyo respiratorio inicial en recién nacidos prematuros con SDR. Los autores analizaron retrospectivamente los datos clínicos de 244 bebés prematuros con SDR que fueron tratados desde enero de 2016 hasta enero de 2019 y divididos entre el grupo NHFOV (n = 115) y el grupo BiPAP (n = 129).

Se encontró que a todos los infantes se les dio una dosis profiláctica de cafeína, y al menos una dosis de surfactante para mantener una saturación de oxígeno de 90-95% con una FiO₂ ≥0.4.

En el grupo de NHFOV, se utilizó un ventilador neonatal no invasivo con sistema de alta frecuencia con una concentración de oxígeno de salida en un rango de 21 a 100%. Los parámetros iniciales fueron: la presión media de las vías respiratorias (MAP) fue de 8 cmH₂O,

frecuencia fue de 9 Hz, la amplitud se ajustó para lograr suficiente oscilación torácica en reposo y FiO₂ de 0,4. Basado en la sangre análisis de gases y saturación transcutánea de oxígeno (SpO₂) la FiO₂ se ajustó en 0.05, la MAP fue ajustado por 1 cmH₂O y la frecuencia se ajustó por 1Hz cada vez.

Para los bebés tratados en el grupo BiPAP, se estableció una PEEP inicial de 5 cmH₂O, con una PEEP alta de 9 cmH₂O, frecuencia respiratoria de 30/min y un tiempo inspiratorio inicial de 0,5 segundos. La PEEP basal se ajustó a 4-7 cmH₂O, y la PEEP alta se ajustó a 7-10 cmH₂O.

En los casos en que el bebé se mantuvo clínicamente estable a un mínimo de respiración con NHFOV (MAP: 6 cmH₂O; FiO₂: 0,30) y BiPAP (frecuencia de ciclo: 15 veces/min, CPAP más bajo: 3 cmH₂O; CPAP más alto: 5 cmH₂O; FiO₂: 0,30), buen esfuerzo respiratorio y un nivel de saturación de oxígeno de 90–95%, el soporte cambió a una cánula nasal de alto flujo humidificada y calentada (HHHFNC) o presión nasal positiva continua en las vías respiratorias (NCPAP). Si el infante bajo NCPAP tenía un nivel de CPAP de 3 cmH₂O y FiO₂ < 0,25 y toleró bien el tratamiento durante al menos 24 horas sin evidencia de apnea, se lo destetaba del soporte y se aplicaba oxigenoterapia o se permitía que respire aire ambiente.

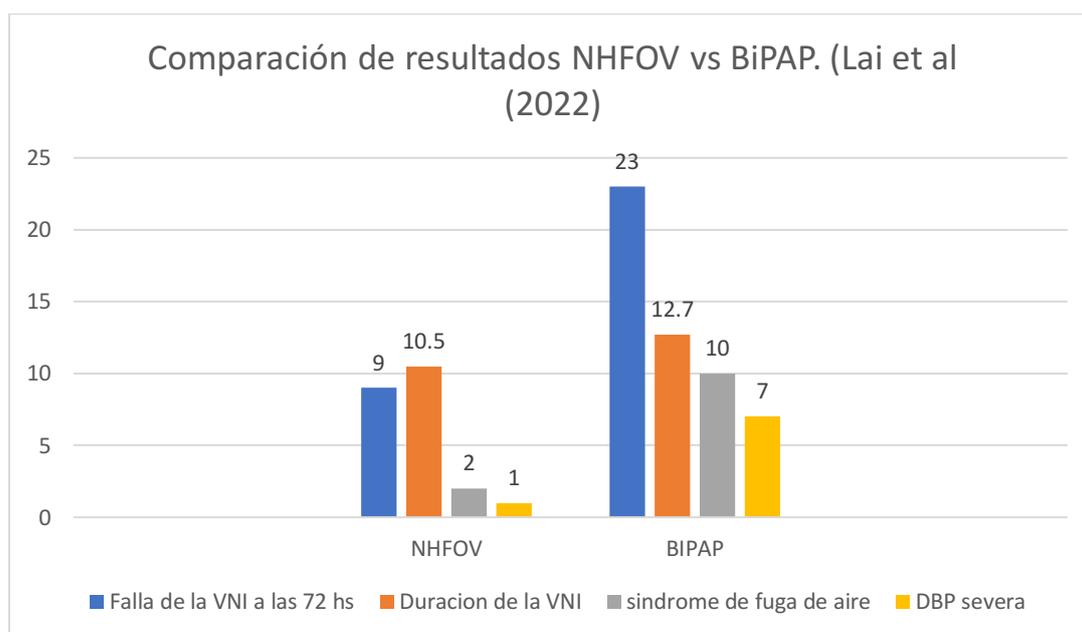
Los resultados respiratorios mostraron que la tasa de fracaso de la VNI durante los primeros 72 horas de vida en el grupo NHFOV fue significativamente menor que en el grupo BiPAP (9 vs. 23, P = 0.021). El tiempo de VNI en el grupo NHFOV fue significativamente más corto que en el grupo BiPAP (10.5 ± 4.3 vs. 12.7 ± 5.6, P = 0.032). Entre los lactantes con fracaso de la VNI, el tiempo de la primera intubación en el grupo BiPAP fue significativamente antes que en el grupo NHFOV (2.0±1.6 vs. 3.5±2.3, P= 0,048), y el tiempo de ventilación invasiva en el grupo NHFOV fue significativamente más corto que el del grupo BiPAP (3,2 ± 1,8 frente a 5,4 ± 2,0, P = 0,036). El tiempo de oxígeno suplementario en el grupo NHFOV fue más corto que el del grupo BiPAP (7,2 ± 4,8 frente a 8,5 ± 5,6, P = 0,040). La tasa del surfactante requerido fue similar entre los dos grupos.

La mayor tasa de fracaso en el tratamiento en el grupo BiPAP podría deberse a que este soporte aplicaba ventilación sincronizada usando una cápsula abdominal, que puede ser difícil de sincronizar con la respiración del bebé y no da como resultado un mayor volumen corriente. En contraste, en la NHFOV, no es necesaria la sincronización respiratoria ya que puede mejorar la ventilación al mejorar el reclutamiento alveolar aplicando mayor MAP, y así se incrementa la capacidad residual funcional. Por otro lado, a pesar de haber restringido el uso de MAP del grupo NHFOV a 10 cmH₂O, este todavía era superior al valor del grupo BiPAP para los niveles de FiO₂ correspondientes, dejando evidencia de que el uso de una presión alta MAP (por ejemplo: 10 cmH₂O) significó evitar la intubación en la mayoría de los casos, sin efectos adversos.

Por otro lado, la menor tasa de fuga de aire, podría explicarse a partir de que el grupo con NHFOV utilizó un menor volumen corriente, lo que se traduce en menor presión y una menor probabilidad de volutrauma.

Un dato importante de mencionar es que, si bien la tasa de DBP fue similar entre ambos grupos, la tasa de DBP grave fue menor en el grupo de NHFOV respecto a la terapia BiPAP. Esta diferencia puede haber resultado de la facilitación del intercambio de gases en recién nacidos tratados con NHFOV, y su capacidad para mantener la oxigenación y la ventilación mientras conduce a un mejor desarrollo alveolar o pulmonar, aumentando la posibilidad de minimizar el desarrollo de la enfermedad crónica pulmonar neonatal.

En conclusión, este estudio demuestra que la NHFOV como soporte respiratorio inicial para prematuros con SDR es una terapia viable y seguro cuando se la compara con la BiPAP. Además, la NHFOV puede reducir la necesidad de VMI, reducir la incidencia de DBP grave y el síndrome de fuga de aire.



k) *“Noninvasive high-frequency oscillatory ventilation versus bi-level positive pressure ventilation in premature infants with respiratory failure: A retrospective study” / “Ventilación no invasiva con oscilación de alta frecuencia versus ventilación con presión positiva a dos niveles en infantes prematuros con falla respiratoria: estudio retrospectivo. Chen W et al. (2022) ⁽³⁴⁾*

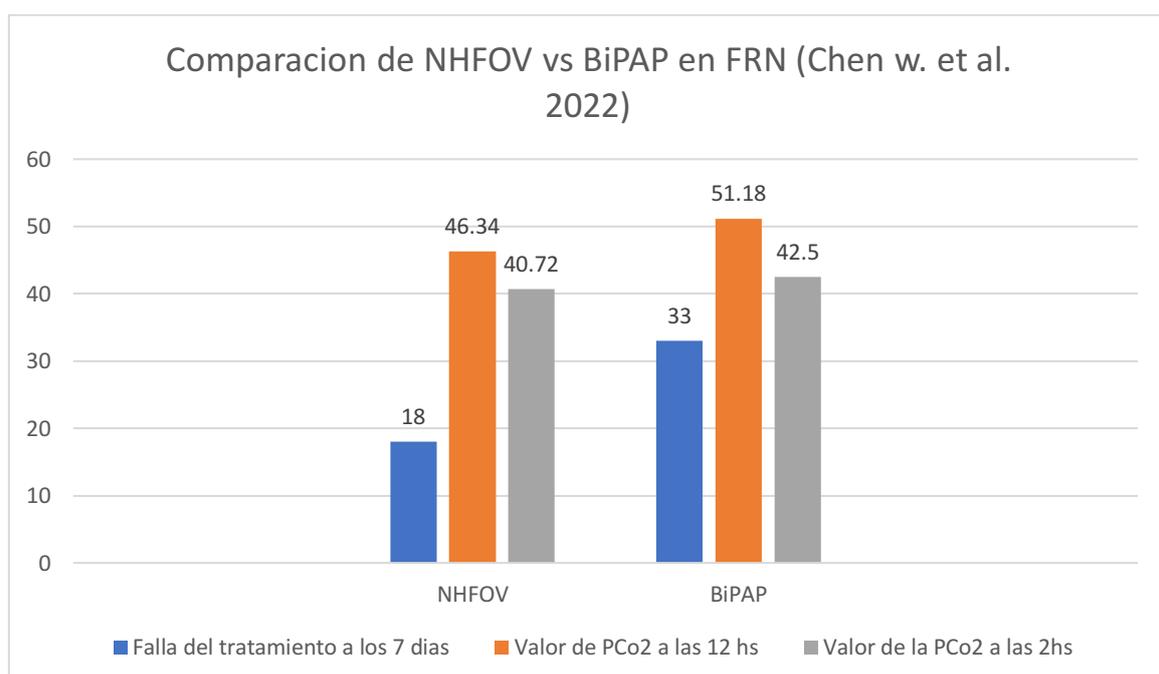
Este estudio retrospectivo tuvo como objetivo comparar el efecto de NHFOV y doble nivel de presión positiva continua en las vías respiratorias (BiPAP) en bebés prematuros con insuficiencia respiratoria neonatal (NRF) como modo de soporte de ventilación no invasiva inicial.

Se analizaron retrospectivamente las historias clínicas de los recién nacidos prematuros ingresados en una unidad neonatal de cuidados intensivos (UCIN) de enero de 2019 a diciembre 2020. Se analizaron los datos de recién nacidos prematuros con edad gestacional de 25-34 semanas, diagnosticados con FRN, que utilizaron HFOV o BiPAP como modo de soporte respiratorio inicial. Se examinaron las tasas de ventilación mecánica invasiva (VMI) dentro de los primeros siete días después del nacimiento y se compararon los resultados adversos entre los dos grupos.

Se incluyeron unos 255 recién nacidos prematuros de los cuales 128 fueron tratados con HFOV, y 127 con BiPAP. No hubo diferencias significativas en las características iniciales entre los dos grupos. Comparado con el grupo BiPAP, el grupo HFOV tuvo una necesidad significativamente menor de VMI dentro de los primeros siete días después nacimiento (18/128 vs. 33/127, $p = 0,01$) y P Co_2 a las 12 y 24 horas postratamiento ($46,34 \pm 5,24$ mmHg vs. $51,18 \pm 4,83$ mmHg, $P < 0,01$; $40,72 \pm 4,02$ mmHg frente a $42,50 \pm 3,86$ mmHg, $P < 0,01$). La incidencia de DBP, ROP, los síndromes de fuga de aire, IVH \geq grado 3, PVL, estadio NEC \geq II, distensión abdominal y traumatismo nasal fueron similares entre los dos grupos.

Las causas primarias de la falla respiratoria fueron el síndrome de distrés respiratorio neonatal, neumonía neonatal y taquipnea transitoria del prematuro. La tasa de pacientes con acidosis respiratoria fue mayor en el grupo BiPAP, lo que destaca el beneficio de aplicar HFOV para disminuir la retención de Co_2 .

A partir de estos resultados se concluye que la terapia de HFOV es una terapia segura, que reduce significativamente la necesidad de VMI y mejora la eliminación de Co_2 cuando se la compara con BiPAP en pacientes prematuros con falla respiratoria neonatal y que no presenta aumento de la incidencia de efectos adversos.



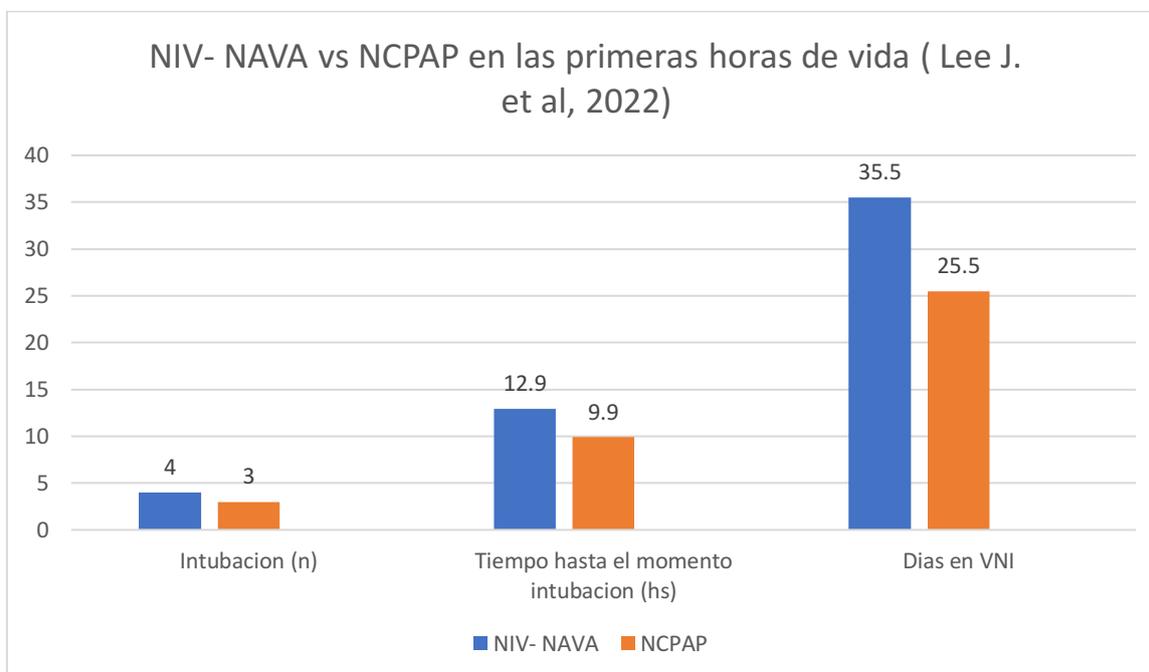
l) “NIV-NAVA versus NCPAP immediately after birth in premature infants: A randomized controlled trial” / “NIV-NAVA versus NCPAP inmediatamente luego del nacimiento en prematuros: un estudio control aleatorizado”. Lee J et al. (2022) ⁽³⁵⁾

El objetivo de este estudio fue evaluar si la asistencia ventilatoria no invasiva ajustada neuralmente (NIV-NAVA) disminuye los esfuerzos en comparación con la presión nasal positiva continua en las vías respiratorias (NCPAP) durante las primeras horas de vida.

Se evaluaron veinte niños nacidos entre las 28 y 31 semanas, aleatorizados a NIV-NAVA o NCPAP. La presión positiva al final de la espiración (PEEP) se mantuvo constantemente en 6 cmH₂O para ambos grupos y el nivel de NAVA fue de 1,0 cmH₂O/ μ V para el grupo NIV-NAVA. Se registró la actividad eléctrica del diafragma (EAdi) durante las dos primeras horas.

Se obtuvo que el EAdi máximo y mínimo disminuyó de manera similar en ambos grupos (P = 0,98 y P= 0,59, respectivamente). Las fugas fueron mayores en el grupo NIV-NAVA que en el grupo NCPAP (P < 0,001). La apnea neural definida como un EAdi plano durante \geq 5 segundos fue menos frecuente en el grupo NIV-NAVA que en el grupo NCPAP (P = 0,046).

En conclusión, la NIV-NAVA aplicada inmediatamente en prematuros no redujo el esfuerzo respiratorio, medido como EAdi pico. Sin embargo, la NIV-NAVA disminuyó los episodios de apnea neural en comparación con NCPAP.



VII. Discusión

Tras el desarrollo del marco teórico, la posterior búsqueda, selección y análisis de los artículos y tomando como punto de partida los objetivos del presente trabajo, se podría concluir que la utilización de soportes no invasivos en recién nacidos prematuros y su uso para evitar los efectos perjudiciales de la aplicación de ventilación mecánica invasiva ofrece distintos resultados según la el modo ventilatorio empleado.

En relación a los objetivos específicos del presente estudio, con respecto a las diferentes modalidades terapéuticas, la comparación de sus beneficios y la capacidad de disminuir las complicaciones generadas por la ventilación invasiva, se puede afirmar que la terapia CPAP resulta ser la más estudiada y la más utilizada de las estrategias dentro de las unidades de cuidados críticos neonatales junto con la NIPPV con la capacidad de mejorar y mantener el intercambio gaseoso del recién nacido prematuro aplicada en conjunto o no con un tratamiento coadyuvante como la administración de surfactante exógeno. **Esmailnia et al**⁽²⁸⁾ demostró que es posible utilizar CPAP como soporte de destete del modo NIPPV, seguido de la utilización de una cánula nasal de bajo flujo en bebés prematuros extremos para minimizar la lesión pulmonar.

Respecto al modo IPPV, los resultados de **Armanian et al**⁽²⁶⁾ concluyen que resulta ser una terapia confiable como estrategia de ventilación primaria no invasiva en bebés muy prematuros, aunque es importante entender que la selección de los dispositivos utilizados para administrar esta modalidad tiene un impacto significativo en su éxito. El uso temprano de IPPV como método para evitar la VMI demostró una disminución de la incidencia de displasia broncopulmonar, muerte o ambas en comparación con el manejo respiratorio mediante intubación de rutina. Este modo da como resultado tasas significativamente más bajas de fallas en la extubación en comparación con Bi-PAP, una tasa más alta de reducción de episodios de apnea respecto a la CPAP, y se asoció a menor fuga de aire respecto a BIPAP y CPAP, menor requerimiento de oxígeno, disminución del tiempo de tratamiento y estadía hospitalaria. En cuanto a la capacidad de disminuir las complicaciones que se presentan por la aplicación de ventilación mecánica invasiva, **Esmailnia et al**⁽²⁸⁾ demostró que los efectos de la IPPV reducen la necesidad de alta PEEP y aumentan la capacidad residual funcional (CRF), hay mayor reclutamiento alveolar por una mayor presión inspiratoria (PIP) lo que se traduce en un menor trabajo muscular y menor lesión por sobredistensión del parénquima pulmonar. No obstante, los resultados aportados por **Chen X. et al**⁽²⁵⁾ indican que no es posible afirmar que la aplicación de esta modalidad reduzca la mortalidad hospitalaria, mientras que los resultados de **Oktem et al**⁽³²⁾ muestran que presentan mayor probabilidad de lesión nasal que otras modalidades

Los resultados aportados por **Salvo et al**⁽²⁹⁾ en cuanto a los efectos de la BiPAP utilizada como estrategia primaria indican que presenta la misma efectividad que la IPPV y menor tasa de fracaso de tratamiento respecto a la terapia CPAP en pacientes con muy bajo peso al nacer, pero sin diferencias al momento de disminuir la incidencia de complicaciones como displasia

broncopulmonar, retinopatía del prematuro o enterocolitis necrotizante. **Pan et al**⁽³¹⁾ concluye que la modalidad BiPAP presenta menor tasa de intubación que la CPAP en pacientes con SDRA y con bajo peso al nacer, pero no encontró diferencias significativas en las complicaciones secundarias.

Por su parte la HHHFNC es una modalidad que demuestra facilidad para su empleo, motivo que la volvió una terapia muy popular en los últimos años en las áreas de cuidados intensivos neonatales y presenta menor incidencia de lesión nasal en comparación con el resto de los soportes, aunque sus efectos no demostraron ser mejor que la terapia CPAP. El estudio de **Kugelman et al**⁽²⁷⁾ comparó esta modalidad versus IPPV como modo primario de soporte respiratorio y no encontraron diferencias en la tasa de intubación y necesidad de VM; sin embargo, la HHHFNC se asoció con una mayor duración de soporte de oxígeno y resultó en tasas significativamente más altas de fracaso del tratamiento. Por otro lado, el estudio de **Öktem et al**⁽³²⁾ presentó evidencia de que sus efectos son beneficiosos en prematuros menores de 32 semanas, siempre que se tenga en cuenta sus limitaciones.

Surgen resultados interesantes obtenidos por los estudios de **Cao et al**⁽³⁰⁾ , **Chen W. et al**⁽³⁴⁾ y **Öktem et al**⁽³²⁾ que muestran que la aplicación de HFOV es una terapia segura y fiable que demuestra efectos positivos en la ventilación respecto a la disminución de elevados niveles de PCo₂ y a la necesidad de intubación tanto a las 72 horas como dentro de los 7 días. Este último autor recomienda que debe haber más estudios antes de proponer esta modalidad como soporte primario. La evidencia obtenida por **Lai et al**⁽³³⁾ concluye que, en comparación a otras modalidades, es un modo seguro para prematuros menores de 34 semanas, reduce tanto la necesidad de ventilación invasiva como la incidencia de displasia broncopulmonar grave y las fugas de aire.

Solo se pudo encontrar un solo artículo que estudie la aplicación de NIV-NAVA en neonatos realizado por **Lee et al**⁽³⁵⁾, ya que es una modalidad de tratamiento nueva en esta población. Los resultados en una pequeña población de pacientes mostraron mejor sincronización ventilador-paciente generando una disminución de apneas respecto a la terapia CPAP, sin embargo, es necesario contar con mayor número de ensayos clínicos con poblaciones de estudio más numerosas que respalden su accionar en neonatos antes de poder afirmar que es una terapia segura de la que pueden beneficiarse estos pacientes.

Resultaría interesante que en un futuro se realicen estudios que comparen la efectividad de los distintos modos no invasivos sincronizados y su efectividad en el paciente neonatal. (NAVA, BiPAP, SIMV/ SNIPPV)

La mayoría de los artículos indican en cuanto a las complicaciones más frecuentes del recién nacido prematuro al distrés respiratorio neonatal como consecuencia de la inmadurez pulmonar, y el desarrollo de displasia broncopulmonar (DBP) y las lesiones pulmonares iatrogénicas (por

ejemplo, neumotórax) como consecuencia de la aplicación de ventilación mecánica invasiva. Si bien factores como la edad gestacional definirán la estrategia primaria, es posible utilizar la VNI para atenuar el desarrollo de este tipo de complicaciones derivadas de la utilización de ventilación invasiva.

Por último, en lo que concierne al aporte de los profesionales de la kinesiología en el abordaje y atención de los pacientes prematuros, solo en dos de los artículos (**Chen W. et al.**⁽²⁵⁾ y **Kirpalani et al.**⁽²⁴⁾) se hace una referencia efímeramente de los mismos como integrantes secundarios del estudio, programando variables respiratorias o se menciona que llevan a cabo la intervención planteada en el estudio, pero sin más detalle de su accionar o intervención.

VII. Conclusión

Luego del análisis exhaustivo realizado en la presente revisión bibliográfica de la evidencia publicada los últimos 12 años se llega a la conclusión de que, si bien la aplicación de soportes no invasivos presenta muchos beneficios también surgen complicaciones, limitaciones y desventajas. A pesar de ello, se puede considerar una opción de tratamiento factible en los pacientes prematuros que presenten complicaciones respiratorias.

La VNI representa, a nivel ventilatorio, una pieza fundamental en el ámbito de cuidados intensivos neonatales principalmente por su evidencia positiva como estrategia ventilatoria primaria, su capacidad como soporte para evitar la intubación endotraqueal, y con ello, los efectos deletéreos que se originan de la combinación de la inmadurez del parénquima pulmonar y la aplicación de ventilación mecánica invasiva. Sin embargo, es necesario decir que esta estrategia ventilatoria por sí sola no es suficiente. Su éxito se verá beneficiado de la combinación de factores como el inicio ventilatorio temprano, criterios de indicación adecuados, utilización de surfactante, cafeína o corticosteroides, óptimo uso de gas calentado y humidificado, interfaz adecuada y, sobre todo, del conocimiento de todo el personal interviniente. Todos estos puntos son cruciales para el éxito de la VNI.

IX. Referencias Bibliográficas:

1. Torres-Castro C, Valle-Leal J, Martínez-Limón AJ, Lastra-Jiménez Z, Delgado-Bojórquez LC. Complicaciones pulmonares asociadas a ventilación mecánica en el paciente neonatal. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*. 2016; 73(5):318-24.
2. López de Heredia Goya J, Valls i Soler A. Síndrome de dificultad respiratoria. *AEPed*. 2008;305-10.
3. Permall DL, Pasha AB, Chen XQ. Current insights in non-invasive ventilation for the treatment of neonatal respiratory disease. 2019;45(105). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13052-019-0707-x>
4. Glaser K, Wright CJ. Indications for and Risks of Noninvasive Respiratory Support. *Neonatology*. 2021;118(2):235-43.
5. Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*. 23.^a ed. Madrid; 2014.
6. Galindo AC. Seguimiento de prematuros post-internación [Internet]. Sociedad Argentina de Pediatría. 2023. Disponible en: www.sap.org.ar
7. Silvera F. Recomendaciones para la asistencia del recién nacido prematuro. Uruguay: Ministerio de salud de Uruguay; 2019. 112 p.
8. Rosero Armijos V, Valverde Palma P, Palma Estrada CM, Cabrera Jimenez FP, Ramirez Amaya J. Complicaciones pulmonares asociadas a la ventilación mecánica en el neonato crítico. *Revista científica del mundo de la investigacion y el conocimiento*. 2019; 3(4):511-27.
9. Cannizzaro C, Paladino M. Fisiología y fisiopatología de la adaptación neonatal. Anestesia, analgesia y reanimación. 2011; 2(24):59-74.
10. Anne RP, Murki S. Noninvasive Respiratory Support in Neonates: A Review of Current Evidence and Practices. *Indian Journal of Pediatrics*. 2021; 88(7):670-8.
11. Paziencia F, Pons Ódena M, Sagner A, Bernatsky A. Ventilación no invasiva en neonatología. *PROAKI*. 2021;40.
12. Medina Villanueva A, Pons Ódena M, Martínón Torres F. Ventilación no invasiva en pediatría. 2.^o. Barcelona: Ergon; 2009. 204 p.
13. Sánchez AM, Elorza D, Pérez J. Ventilación mecánica no invasiva. Presión positiva continua en la vía aérea y ventilación nasal. *Anales de Pediatría Continua*. 2009;7(1):16-23.
14. Boel L, Hixson T, Brown L, Sage J, Kotecha S, Chakraborty M. Non-invasive respiratory support in preterm infants. *Paediatric Respiratory Reviews*. 2022; 43:53-9.
15. Chen IL, Chen HL. New developments in neonatal respiratory management. *Pediatrics & Neonatology*. 2022; 63(4):341-7.
16. Lefevre J, Van Delft B, Vervoort M, Cools W, Cools F. Non-invasive neurally adjusted ventilatory assist in preterm infants with RDS: effect of changing NAVA levels. *European Journal of Pediatrics*. 2022;181(2):701-7.
17. Firestone K, Horany BA, de Leon-Belden L, Stein H. Nasal continuous positive airway pressure versus noninvasive NAVA in preterm neonates with apnea of prematurity: a pilot study with a novel approach. *Journal of Perinatology*. 2020; 40(8):1211-5.

18. Aktas S, Unal S, Aksu M, Ozcan E, Ergenekon E, Turkyilmaz C, et al. Nasal HFOV with Binasal Cannula Appears Effective and Feasible in ELBW Newborns. *Journal of Tropical Pediatrics*.2016; 62(2):165-8.
19. Fischer HS, Bohlin K, Bühner C, Schmalisch G, Cremer M, Reiss I, et al. Nasal high-frequency oscillation ventilation in neonates: a survey in five European countries. *European Journal of Pediatrics*.2015; 174(4):465-71.
20. Rigo V, Lefebvre C, Broux I. Surfactant instillation in spontaneously breathing preterm infants: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Pediatrics*. 2016; 175(12):1933-42.
21. Herting E, Härtel C, Göpel W. Less invasive surfactant administration: best practices and unanswered questions. *Current Opinion in Pediatrics*. 2020; 32(2):228-34.
22. Bassler D, Plavka R, Shinwell ES, Hallman M, Jarreau PH, Carnielli V, et al. Early Inhaled Budesonide for the Prevention of Bronchopulmonary Dysplasia. *New England Journal of Medicine*. 2015; 373(16):1497-506.
23. Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, Hallman M, Ozek E, Pas A, et al. European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome – 2019 Update. *Neonatology*. 2019; 115(4):432-50.
24. Kirpalani H, Millar D, Lemyre B, Yoder BA, Chiu A, Roberts RS. A Trial Comparing Noninvasive Ventilation Strategies in Preterm Infants. *New England Journal of Medicine*. 2013; 369(7):611-20.
25. Chen X, Peng WS, Wang L, Xu JL, Dong HF, Pan JH. [A randomized controlled study of nasal intermittent positive pressure ventilation in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome]. *Chinese journal of contemporary pediatrics (Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi)*. 2013; 15(9):713-7.
26. Armanian AM, Badiee Z, Heidari G, Feizi A, Salehimehr N. Initial Treatment of Respiratory Distress Syndrome with Nasal Intermittent Mandatory Ventilation versus Nasal Continuous Positive Airway Pressure: A Randomized Controlled Trial. *Internal Journal of Preventive Medicine*. 2014; 5(12):1543-51.
27. Kugelman A, Riskin A, Said W, Shoris I, Mor F, Bader D. A randomized pilot study comparing heated humidified high-flow nasal cannulae with NIPPV for RDS: High-Flow Nasal Cannula Versus NIPPV for RDS. *Pediatrics Pulmonology*. 2015; 50(6):576-83.
28. Esmaeilnia T, Nayeri F, Taheritafti R, Shariat M, Moghimpour-Bijani F. Comparison of Complications and Efficacy of NIPPV and Nasal CPAP in Preterm Infants With RDS. *Iranian Journal of Pediatrics [Internet]*. 5 de marzo de 2016 [citado 25 de enero de 2023];In Press(In Press). Disponible en: <https://brieflands.com/articles/ijp-2352.html>
29. Salvo V, Lista G, Lupo E, Ricotti A, Zimmermann LJI, Gavilanes AWD, et al. Comparison of three non-invasive ventilation strategies (NSIPPV/BiPAP/NCPAP) for RDS in VLBW infants. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2 de noviembre de 2018;31(21):2832-8.
30. Cao H, Li H, Zhu X, Wang L, Yi M, Li C, et al. Three non-invasive ventilation strategies for preterm infants with respiratory distress syndrome: a propensity score analysis. *Archives of Medical Science*. 2020; 16(6):1319-26.
31. Pan R, Chen G yan, Wang J, Zhou Z xian, Zhang P ying, Chang L wen, et al. Bi-level Nasal Positive Airway Pressure (BiPAP) versus Nasal Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) for Preterm Infants with Birth Weight Less Than 1500 g and Respiratory Distress Syndrome Following INSURE Treatment: A Two-center Randomized Controlled Trial. *Current Medical Science*. 2021; 41(3):542-7.

32. Öktem A, Yiğit Ş, Çelik HT, Yurdakök M. Comparison of four different non-invasive respiratory support techniques as primary respiratory support in preterm infants. *Turkish Journal of Pediatrics*. 2021;63(1):23.
33. Lai SH, Xie YL, Chen ZQ, Chen R, Cai WH, Wu LC, et al. Non-invasive High-Frequency Oscillatory Ventilation as Initial Respiratory Support for Preterm Infants With Respiratory Distress Syndrome. *Frontiers in Pediatrics*. 2022; 9:792160.
34. Chen W, Chen Z, Lai S, Cai W, Lin Y. Noninvasive high-frequency oscillatory ventilation versus bi-level positive pressure ventilation in premature infants with respiratory failure: A retrospective study. *Pakistan Journal of Medical Science [Internet]*. 2022 [citado 15 de enero de 2023];38(5). Disponible en: <https://www.pjms.org.pk/index.php/pjms/article/view/5939>
35. Lee J, Parikka V, Oda A, Wallström L, Lehtonen L, Soukka H. NIV-NAVA versus NCPAP immediately after birth in premature infants: A randomized controlled trial. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2022; 302:103916.