



## CAPÍTULO 7

# INSUFICIENCIA RESPIRATORIA DEL RECIÉN NACIDO



**Autora:**

Ana Cristina Sacoto Abad<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Materno Infantil y Emergencias IESS Cuenca.



DOI: <https://doi.org/10.58995/lb.redlic.17.148>

## 7.1. Conceptos generales

La transición a la vida extrauterina está determinada por un conjunto de cambios fisiológicos, los cuales implican complejos mecanismos de homeostasis y madurez de órganos y sistemas que se presentan en el período neonatal, dentro de estos los más relevantes se producen a nivel respiratorio y circulatorio, representando un período de mayor vulnerabilidad, existiendo más posibilidades de presentar complicaciones, morbilidad y mortalidad (1)

Los problemas que presenta el recién nacido generalmente se produce por una falla en el mecanismo de adaptabilidad y en algunos casos sumado a patologías congénitas y prematurez representan un riesgo mayor (2).

La dificultad para respirar, con sus distintas etiologías, afecta al 1% de los nacidos vivos, es decir, a unos 3000 casos/año. Estos representan cerca de un 7 a 10% de los ingresos a las Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal (3).

Es un cuadro que comienza poco después del nacimiento o en las primeras horas de vida y las manifestaciones clínicas se caracterizan por cambios en la frecuencia y el ritmo respiratorio, (taquipnea > a 60 respiraciones por minuto), quejido espiratorio, cianosis, retracción subcostal y grados variables de compromiso de la oxigenación, los signos van a estar directamente relacionados con la etiología. (3).

Para medir el grado de dificultad respiratoria en las primeras horas de vida de los neonatos se utiliza la Escala de Silverman (4).

Algunas de las características fisiopatológicas de los trastornos respiratorios en el recién nacido a término son similares a las de los recién nacidos prematuros, varios trastornos son más frecuentes en el recién nacido a término como:

Taquipnea transitoria del recién nacido, Síndrome de aspiración meconial, neumonía neonatal e hipertensión pulmonar persistente (5).

## **7.2. Dificultad respiratoria transitoria del recién nacido**

**7.2.1 Definición.** La taquipnea transitoria del recién nacido (TTRN) también conocido como síndrome del pulmón húmedo, se produce por retención del líquido pulmonar fetal que causan alteraciones respiratorias que disminuyen a distensibilidad pulmonar y aumentan la resistencia de las vías respiratorias (6) es un padecimiento respiratorio neonatal de evolución aguda, autolimitada y benigna (3) los síntomas de dificultad respiratoria aparecen en el curso de las primeras horas del nacimiento (6).

Las primeras teorías sobre eliminación del líquido pulmonar se centraron en el papel de la compresión torácica durante el parto vaginal cuando el recién nacido pasa por el canal del parto y fueron respaldadas por la observación de que la TTRN es más frecuente en los recién nacidos por cesárea (5).

### **7.2.2. Factores de Riesgo**

1. Prematuro leve o en límites.
2. Cesárea sin labor de parto.
3. Asma materna.
4. Diabetes materna.
5. Macrosomía fetal.
6. Policitemia por ordeño de cordón o pinzamiento tardío del mismo.
7. Sexo masculino.

8. Administración prolongada a la madre de líquidos hipotónicos que pueden reducir el gradiente osmótico que favorece la reabsorción de líquido pulmonar.
9. Sedación materna prolongada (3).

**7.2.3 Fisiología del líquido pulmonar.** Durante la vida fetal, el epitelio produce el líquido alveolar, el volumen de líquido pulmonar fetal es de 20 a 30 ml/kg de peso corporal al final de la gestación a término, el rango de producción inicialmente es de 2 ml/kg, aumentando a 5 mL/kg en el feto a término un proceso esencial para el crecimiento normal del pulmón fetal (7).

Con el parto, las mayores concentraciones de adrenalina, glucocorticoides y otras hormonas causan una transición efectiva de los epitelios pulmonares de un fenotipo secretor a un fenotipo reabsortivo, los canales de sodio endoteliales (ENaC) activados de la superficie apical de las células epiteliales de tipo II del pulmón transportan sodio y agua del espacio alveolar al interior de las células de tipo II, luego, el sodio es movilizado activamente de la célula de tipo II al intersticio por la bomba de sodio-potasio (Na/KATPasa), lo que causa el movimiento pasivo de agua, que entonces es reabsorbida hacia la circulación pulmonar y los linfáticos(5)

#### **7.2.4. Cuadro clínico**

- Quejido respiratorio y cianosis.
- Taquipnea con frecuencia respiratoria > 100 respiraciones por minuto.
- Taquipnea persistente sin disnea (que resuelve aproximadamente en 5 días).
- Retracciones intercostales mínimas o ausentes.
- Ruidos respiratorios normales.

- Respiración gimiente y aleteo nasal.
- El proceso se resuelve de 12 a 72 horas.
- Saturación normal (6).

### 7.2.5. Diagnóstico

El diagnóstico es clínico, en función de los síntomas y factores de riesgo perinatales, los hallazgos radiológicos son inespecíficos, infiltrado pulmonar difuso, mostrando aumento de la trama, bronco vascular, líquido en cisuras (8).



**Figura 1.** Radiografía de tórax con evidencia de infiltrado pulmonar difuso. Síndrome de adaptación pulmonar y taquipnea transitoria del recién nacido. Fuente: Gálvez. 2013. Disponible en: <https://shre.ink/9vHP>

### 7.2.6. Tratamiento

- Se recomienda usar oxígeno para mantener la PO<sub>2</sub> arterial (entre 50 y 80 mm Hg).
- Mantener al recién nacido en ayunas si la frecuencia respiratoria > a 60 respiraciones por minuto.

- Mantener saturación de oxígeno entre 90-95.
- Mantener temperatura dentro de parámetros normales.
- Hidratación intravenosa adecuada para mantener el equilibrio hidroelectrolítico (6).

### 7.3. Síndrome de aspiración meconial

**7.3.1. Definición.** El síndrome de aspiración de meconio (SAM) es un cuadro de dificultad respiratoria en un neonato como consecuencia de la aspiración de líquido amniótico teñido de meconio en la vía aérea, ocurrido antes o durante el nacimiento (3,9).

**7.3.2 . La incidencia** del síndrome de aspiración de líquido amniótico meconial es de 0,1 a 0,3 % del total de nacidos vivos, por lo que se esperan aproximadamente 300 casos por año a nivel nacional. El 30 a 50% de ellos, requieren ventilación mecánica y un tercio de estos se complican con hipertensión pulmonar. La mortalidad asociada se estima entre 5 a 10%. Alrededor del 10% de los partos, se complican con la presencia de meconio en el líquido amniótico (3).

### 7.3.3. Factores de Riesgo

- Gestación post-término.
- Enfermedades maternas: hipertensión, eclampsia o preeclampsia, diabetes mellitus, enfermedad cardiorrespiratoria crónica, tabaquismo, insuficiencia placentaria, oligohidramnios, restricciones en el crecimiento intrauterino y latidos cardíacos fetales (6).

#### **7.3.4. Composición del meconio**

El meconio está compuesto por células epiteliales, agua, pelo fetal, moco, bilis, secreciones pancreáticas e intestinales (9). Está presente en el íleo fetal a partir de la 10 a 12 semanas de gestación (3).

Si hay un episodio de asfixia intrauterina aguda o crónica, el meconio puede pasar al flujo sanguíneo pulmonar, respiración oral y deglución del meconio, aspiración del meconio a la tráquea, disminución del líquido pulmonar (3). Las partículas de meconio obstruyen las pequeñas vías aéreas y causan un desequilibrio en la ventilación-perfusión. (9).

#### **7.3.5. Mecanismo del daño**

Obstrucción mecánica con aumento de la resistencia de la vía aérea.

1. Neumonitis química.
2. Inflamación y edema alveolar y parenquimatoso.
3. Vasoconstricción pulmonar.
4. Inactivación del surfactante, disminución de proteínas A y B.
5. Isquemia y necrosis del parénquima pulmonar (3).

#### **7.3.6. Cuadro clínico**

Los signos clínicos de SAM Coloración amarillenta de la piel, cordón umbilical y debajo del lecho ungueal cuando la eliminación del meconio ocurrió por lo menos 4 a 6 horas antes del nacimiento, características del neonato postérmino y pequeño para la edad gestacional (6).

Los síntomas respiratorios suelen aparecer inmediatamente después del parto o permanecer asintomático durante las primeras 6 y 12 horas con taquipnea, mayor trabajo respiratorio y cianosis. Otros hallazgos asociados frecuentes

son acidosis metabólica, disfunción cardíaca e hipotensión, y desaturación postductal indicativa de cortocircuito de sangre de derecha a izquierda en el conducto arterioso causado por Hipertensión Pulmonar (5).

### **7.3.7. Complicaciones**

Las complicaciones que pueden presentarse son sepsis bacteriana y la hipertensión pulmonar persistente, que son complicaciones graves del niño con aspiración de meconio secundaria a una vasoconstricción vascular pulmonar que produce una presión pulmonar mayor a la sistémica (9).

### **7.3.8. Diagnóstico**

El diagnóstico se realiza por el cuadro clínico, la radiografía de tórax muestra diversas imágenes como: infiltrado en “parches” difusos asimétricos y bilaterales, consolidación, atelectasias, derrame pleural, fuga de aire, hiperinflación e hipovascularidad (9).

### **7.3.9. Tratamiento**

#### **Objetivo**

El objetivo del tratamiento es:

1. Cuidado general en el cuidado intensivo.
2. Uso adecuado de antibióticos en caso necesario.
3. Identificar el correcto uso de surfactante.
4. Garantizar una adecuada oxigenación y ventilación.
5. Manejo de las complicaciones.

## Cuidado General

- Todos los niños con riesgo de SAM que muestran signos de dificultad respiratoria deben ser admitidos en las unidades de cuidados intensivos neonatales.
- Una vez que el bebé desarrolla el SAM, el manejo es principalmente de soporte.
- Mantenimiento del ambiente térmico óptimo.
- Manipulación mínima es esencial, ya que estos niños se agitan con facilidad, y realizan cortocircuitos de derecha a izquierda, lo que lleva a la hipoxia y la acidosis.
- El mantenimiento de una oxigenación adecuada.
- La presión arterial óptima, la corrección de la acidosis, hipoglucemia y otros trastornos metabólicos (10).

## Exámenes de laboratorio

1. Gases en sangre arterial
  2. Radiografía de tórax
  3. Biometría hemática, hemocultivos si se sospecha infección.
  4. Exámenes generales: glucemia, calcemia, electrolitos y función renal.
  5. Ecocardiografía.
- Cateterización de arteria umbilical en pacientes con requerimientos de FiO<sub>2</sub> mayor a 40%
  - Uso de expansores de volumen con solución salina y drogas vasoactivas, (dopamina y dobutamina) dependiendo de la evaluación hemodinámica, clínica y ecocardiográfica (3).
  - Monitorizar el gasto cardiaco y la perfusión periférica administrando fármacos inotrópicos.

- Mantener la vasodilatación pulmonar.
- Alimentación enteral con estabilidad hemodinámica y respiratoria, si esto no puede cumplirse en el segundo día, debe iniciarse nutrición parenteral.
- Sedoanalgesia en pacientes que lo requieran con infusión continua de Fentanyl (3).

## **2. Utilidad de los antibióticos**

Se debe considerar el uso de antibióticos de amplio espectro y de primera línea, en los casos en que se sospecha una infección intra-amniótica (3) o por el alto riesgo de desarrollar una infección (6).

## **3. Administración de surfactante**

En RN con SALAM, la administración de Surfactante no ha demostrado disminuir la mortalidad. Puede reducir la severidad del daño pulmonar y reducir la necesidad de oxigenación por membrana extracorpórea ECMO, se recomienda la aplicación de máximo cuatro dosis con un intervalo de aplicación de seis horas (3). El surfactante mejora la capacidad del transporte ciliar de los pulmones y disminuye el efecto adhesivo del meconio y facilita su eliminación (6).

## **4. Apoyo en la ventilación**

Se recomienda iniciar rápidamente aportes altos de oxígeno, en halo cefálico (Oxi-hood), para lograr saturación 92-95% preductal o SpO<sub>2</sub> de 70-90 mm Hg, evitar hipoxemia que puede contribuir a producir hipertensión pulmonar, acidosis metabólica. Es necesario la ventilación mecánica si el RN cursa con deterioro clínico rápidamente progresivo, con pH menor 7,25 y pCO<sub>2</sub> mayor de 60 mm Hg o si no se logra mantener pO<sub>2</sub> igual o mayor a 50 mm Hg o Saturación mayor a 90% con FiO<sub>2</sub> de 70% (3).

## **7.4. Neumonía Neonatal**

### **7.4.1 Definición**

Proceso infeccioso en el RN que afecta a los pulmones y se manifiesta dentro de las primeras 72 horas (Connatal), o dentro del primero 28 días, como una enfermedad nosocomial o en el prematuro hasta el día del alta hospitalaria (3). El pulmón es el órgano más común de colonización de los microorganismos causales de sepsis del recién nacido, se puede presentar en la etapa prenatal, en el parto como a la vida posnatal (11).

### **7.4.2 Factores de riesgo de neumonía perinatal**

Los factores de riesgo se encuentran principalmente rotura prematura de membranas > 18 horas, fiebre materna y prematuridad, parto prematuro, la asfixia fetal (en la que el neonato aspira el líquido amniótico infectado con los movimientos respiratorios tipo Gasping realizados al nacimiento) y la yatrogenia (cualquier medida de soporte ventilatorio) y corioamnionitis. Las infecciones respiratorias en el niño pueden ser: bacterianas, de origen viral, fúngico, espiroquetas o protozoario (11,12).

### **7.4.3. Etiología**

En la neumonía de inicio precoz los gérmenes más frecuentes son Estreptococo Grupo B, E. Coli, Listeria monocytogenes, Haemophilus influenzae no tipificado, Enterococo, Ureaplasma ureolyticum. Neumonía de inicio tardío: las manifestaciones clínicas aparecen después de las 72 horas de vida y los microorganismos nosocomiales son el estafilococo aureus y coagulasa negativa, Bacilos Gram negativos, hongos y otros (3).

#### 7.4.4. Patogenia

Las formas de infección pueden ser:

1. **Transplacentario.** La infección transplacentaria por gérmenes que pasen desde la circulación materna, se observa una infiltración difusa de polimorfonucleares y microorganismos infectantes en los alvéolos, se presenta en las viremias maternas y algunos casos de sepsis materna por neumococo.
2. **Inhalación de líquido amniótico.** Es poco frecuente. Puede aparecer prenatalmente o durante el parto
3. **Aspiración de material infectado,** que puede originarse antes, durante o tras el parto, que puede ser causado por gérmenes como el *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*.
4. **Inhalación de aire contaminado,** del personal hospitalario o del material usado en la atención al niño, sobre todo causado por *Pseudomonas*, que se constituyen en este caso las neumonías de origen nosocomial.
5. **Vía hematógena,** a partir de otro foco infeccioso (11).

#### 7.4.5. Neumonías de transmisión vertical

Dentro de estas podemos distinguir las que ocurren por vía ascendente o por contacto intraparto y las adquiridas por vía transplacentarias.

#### 7.4.6. Neumonías de transmisión nosocomial

La neumonía nosocomial (NN) se define como una infección del parénquima pulmonar adquirida durante la estancia en el hospital, y que no considera las infecciones que se encontraban en el período de incubación al ingresar en el hospital (13). Siendo generalmente de origen bacteriano, a veces son adquiridos

en la colectividad con origen vírico (influenza, para-influenza, virus respiratorio Sincitial), la deficiente asepsia en el manejo de material y en los recién nacidos y en determinados procedimientos como el baro-trauma, en la ventilación mecánica y la intubación traqueal (14).

#### **7.4.7. Clínica**

El neonato presenta un cuadro clínico característico de sepsis con participación multiorgánica, como la afectación neurológica, gastrointestinal, distermia, inestabilidad hemodinámica, etc. Las manifestaciones respiratorias son taquipnea, crisis de apnea, cianosis, aumento del esfuerzo respiratorio y alteración del murmullo o presencia de ruidos patológicos en la auscultación (11), inestabilidad térmica (12).

#### **7.4.8. Diagnóstico**

Los hallazgos clínicos observados en la neumonía del recién nacido son similares a los síntomas y signos que se observan en las sepsis u otras infecciones graves. Presenta signos de dificultad respiratoria (taquipnea, apnea, retracciones, hipoxemia y elevación de la PO<sub>2</sub>), inestabilidad térmica, rechazo a la alimentación, decaimiento, hipo o hiperglucemia, signos de hipoperfusión (3,6).

- Antecedentes clínicos, infección intrahospitalaria: hospitalización en unidad de cuidados intensivos neonatales, sometidos a procedimientos quirúrgicos, cuadro séptico asociado, paciente en ventilación mecánica que se agrava (3).
- Radiografías típicas con infiltraciones alveolares, peribronquiales, pulmones opacos (6).

#### **7.4.9. Tratamiento**

De acuerdo al resultado del hemograma y de las radiografías, el tratamiento antimicrobiano debe iniciarse con antibiótico de amplio espectro (6), por vía endovenosa como primera línea generalmente se usa ampicilina asociada a gentamicina (3).

Después de contar con los resultados de los cultivos y del antibiograma, se debe ajustar según la sensibilidad de la bacteria.

Mantener el control térmico, nutrición, oxigenoterapia y ventilación mecánica y cuidados para el dolor (6).

### **7.5. Fugas de aire**

#### **7.5.1. Definición**

El síndrome de fuga aérea pulmonar (SFAP) es el escape de aire del árbol traqueobronquial hacia zonas donde habitualmente no está presente, generalmente se presenta en los neonatos (15).

#### **7.5.2. La patogenia**

Se considera que se produce por la rotura de las uniones bronquiolo alveolares por un aumento de la presión intraalveolar que ocasiona el paso de aire a los espacios perivasculares y peribronquiales provocando un enfisema intersticial pulmonar (EIP), el aire puede disecar centrífugamente desde el hilio, a lo largo de las vainas broncovasculares o los canales linfáticos para formar bullas subpleurales que pueden romperse al espacio pleural produciendo neumotórax. Por el contrario, el desplazamiento centrípeto del gas puede producir neumomediastino o neumopericardio (16).

### 7.5.3. Factores de riesgo

Dentro de los factores de riesgo están la prematuridad, el bajo peso al nacimiento, el síndrome de distrés respiratorio (SDR), una baja puntuación de APGAR con maniobras de reanimación, neonatos sometidos a ventilación mecánica, la aspiración meconial o de líquido amniótico, infecciones o hipoplasia pulmonar.

#### 7.5.1. Neumotórax

Es el resultado de la distensión excesiva de los alveolos y la porción distal de los pulmones, lo que produce ventilación desigual y como consecuencia la rotura de los alveolos, El aire sale de los alveolos, sigue por el árbol traqueobronquial y sigue vías diferentes siguiendo hacia el espacio visceral y parietal lo que crea el neumotórax (6).

##### 7.5.1.1 Factores predisponentes del neumotórax

- Recién nacidos a término sanos por presiones altas al nacer con la primera respiración.
- Neonatos con enfermedades pulmonares con falta de distensibilidad pulmonar que necesitan presiones altas en ventilación mecánica.

Síndrome de aspiración de meconio, por el efecto de obstrucción aprisionando los alveolos, generando retención de aire en los alveolos lejanos.

- Presencia de sangre y secreciones espesas en el alveolo.
- Intubación selectiva en el bronquio derecho.
- Recién nacidos que requieren ventilación con reanimador manual si no se controlan las presiones administradas
- Después de la terapia con surfactante.

- Inmadurez pulmonar.
- Enfermedad de membrana hialina (6).

#### **7.5.1.2. Manifestaciones clínicas.**

La clínica inicial de un neumotórax es leve o puede ser asintomática. A medida que el neumotórax aumenta, se observa alteraciones en la gasometría arterial, incrementando las necesidades de oxígeno y de ventilación mecánica (15). Puede ser de evolución lenta o súbita en neumotórax más importantes (6).

#### **7.5.1.3. Manifestaciones clínicas de evolución lenta**

- Irritabilidad, agitación.
- Letargia.
- Taquipnea, taquicardia, aumento de la presión arterial.
- Aumento del uso de los músculos accesorios de la respiración, retracciones, gemido espiratorio y aleteo nasal”

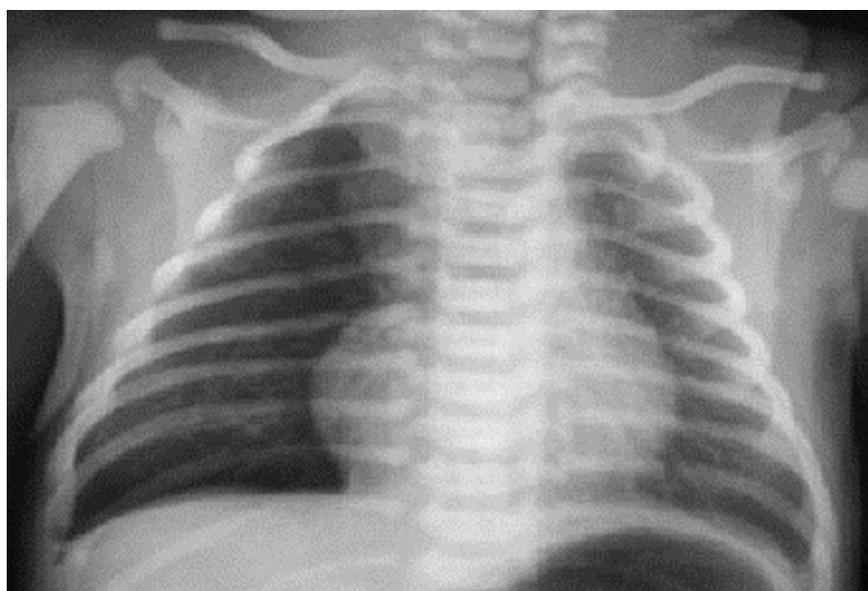
#### **7.5.1.4. Manifestaciones clínicas de aparición súbita.**

- Cianosis generalizada.
- Disnea acentuada.
- Disminución de los ruidos respiratorios.
- Ruidos cardíacos disminuidos, desviados o pagados
- Hipotensión arterial y disminución de la perfusión periférica.
- Enfisema subcutáneo.
- Disminución de la amplitud del complejo QRS.

- Gasometría: hipoxemia, hipercapnia, acidosis respiratoria y metabólica.
- Paro cardíaco y muerte (6).

#### 7.5.1.5. Diagnóstico

El diagnóstico se realiza por el cuadro clínico y mediante una radiografía de tórax (16) y transiluminación del tórax.



**Figura 4.** Neumotórax del pulmón derecho con borde mediastínico definido como consecuencia del aire libre en dicho borde- corresponde a lo que se denomina borde nítido. Signos de Neumotórax. Fuente: Navarro, 2015. Disponible en: <https://shre.ink/9v64>

#### 5.1.6. Tratamiento

Recién nacidos asintomáticos sin enfermedad respiratoria asociada no se debe intervenir, en pocos días el aire se reabsorbe y el cuadro se resuelve, los que presentan distrés respiratorio moderado se debe administrar oxígeno al 100% mediante un casco para facilitar el lavado de nitrógeno en la sangre y tejidos para establecer una diferencia de tensión del tórax y la sangre, ese gradiente de difusión reabsorbe el gas de la cavidad pleural y resuelve el neumotórax.

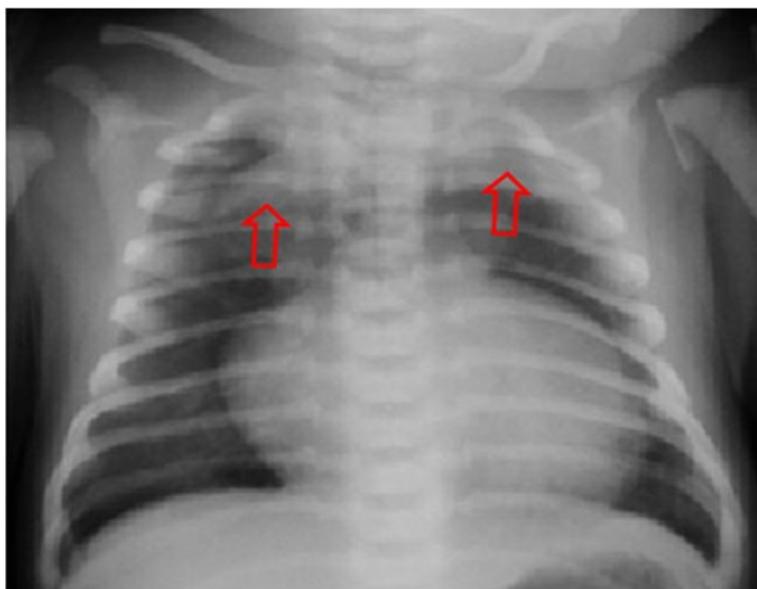
En neonatos sintomáticos el tratamiento es quirúrgico, mediante la toracocentesis o drenaje del tórax (toracotomía) son procedimientos de emergencia.

La técnica empleada de urgencia es la aspiración por catéter tipo Jelco de calibre grueso (calibre 16) o Butterfly (calibre 21).

Para los drenajes que requieren permanencia del catéter se utiliza el catéter torácico flexible con guía metálica (6).

### 7.5.2. Neumomediastino

Se caracteriza por la existencia de aire en el espacio mediastínico, se origina por la presencia de aire libre en el tejido intersticial que se desplaza hacia el hilio, a lo largo de los espacios perivasculares y peribronquiales, mediante una radiografía se caracteriza por áreas hiperlucentes alrededor de la silueta cardíaca y entre el esternón y el borde cardíaco, no requiere tratamiento específico, se debe mantener cuidados generales y vigilancia hasta su resolución, en aproximadamente 2–3 días (16).



**Figura 5.** Neumomediastino, las flechas indican el timo elevado por la presencia de neumomediastino. El signo de las alas de ángel o del spinnaker. Signos de Neumotórax. Fuente: Navarro, 2015. Disponible en: <https://shre.ink/9ecM>

### 7.5.3. Enfisema intersticial

Se define como la fuga de aire de los alveolos que queda atrapados dentro del intersticio pulmonar, se presentan en las primeras 24 horas de ventilación pulmonar. El diagnóstico se realiza mediante estudios radiológicos y anatomopatológicos, donde se describen hiperlucentes ovales, tubulares o esféricas que tienen una dimensión de 2 a 3 mm de diámetro (16)

Clínicamente, el enfisema intersticial pulmonar (EIP) se puede clasificar por el tiempo de evolución en agudo o persistente y por la extensión localizado (uni o multi lobar) o difuso, se produce por sobre, distensión alveolar (sobre todo los alvéolos sanos y los de las regiones distales), con ruptura alveolar, fuga de aire al intersticio, obstrucción del drenaje linfático, acumulación de líquido intersticial y alveolar, con aumento de espacio muerto y de las resistencias de las vías aéreas, con retención de CO<sub>2</sub> disminución de la presión arterial de O<sub>2</sub> (PaO<sub>2</sub>) (15).

Se conoce como “el pulmón más rígido de los rígidos” debido a la falta de distensibilidad del mismo, que va a determinar un compromiso en el intercambio gaseoso, por intervenir en la ventilación y la disminución del flujo sanguíneo (15).

Los factores de riesgo para (EIP) son bajo peso al nacer, Apgar bajo, necesidad de reanimación, ventilación con presión positiva, presión inspiratoria elevada, volumen tidal alto, síndrome de aspiración meconial, neumonía neonatal e hipoplasia pulmonar (17).

El diagnóstico se basa en la clínica y radiográfica, la tomografía axial computarizada (TAC) pulmonar que muestra imagen característica de EPIP (18).

El tratamiento de la EIP principal es la prevención, se utiliza la ventilación invasiva con el mínimo pico de presión posible, el mínimo volumen tidal que consiga una correcta ventilación, tiempos inspiratorios cortos y altas frecuencias respiratorias (19).

## 7.6. Hipertensión pulmonar persistente

**7.6.1. Definición.** Se caracteriza por hipoxemia acentuada y cianosis generalizada, por la presencia de un cortocircuito de derecha a izquierda a través del foramen oval y/o del conducto arterioso, que condicionan un insuficiente flujo sanguíneo pulmonar por persistencia de presiones de arteria pulmonar anormalmente elevadas, en un corazón estructuralmente normal (3).

Durante la vida intrauterina, el pulmón fetal es un órgano lleno de líquido que no participa en el intercambio gaseoso y ofrece alta resistencia al flujo de sangre. Los pulmones fetales reciben solo el 5-15% del volumen de líquido que sale del ventrículo derecho. La poca tensión de oxígeno presente durante la vida fetal y la liberación de vaso constrictores endógenos, como la endotelina-1 y el tromboxano, facilitan el mantenimiento de la alta resistencia vascular periférica RVP, la cual sufre una disminución dramática en el nacimiento, ocasiona una disminución del 50% en la presión de la arteria pulmonar y un aumento en el flujo sanguíneo pulmonar durante los primeros minutos de esta transición (3).

**7.6.2. Los factores de riesgo.** Relacionados con la hipertensión pulmonar HPP están enfermedades que alteran el parénquima pulmonar, tal como el síndrome de aspiración de meconio (20) neumonía, enfermedad de membrana hialina, EMH y hernia diafragmática congénita (HDC) (3). Otras causas condicionan la severidad de los síntomas, menor respuesta y mayor mortalidad como la displasia alveolocapilar, hipoplasia pulmonar y anomalías congénitas (20). Su incidencia es aproximadamente 1 por cada 500 nacidos vivos (3).

### 7.6.3. Diagnóstico

Se realiza mediante el examen físico en busca de Cianosis que no mejora con oxígeno en concentraciones altas, disociación entre grado de dificultad respiratoria y cianosis. Signos de dificultad respiratoria de diferente magnitud, muy lábil frente a estímulos con cianosis y caídas de saturación de oxígeno

difícil de recuperar, diferencias en oxigenación con saturación pre-ductal vs. post-ductal mayor a 5% (3).

Exámenes complementarios: Radiografía de tórax: Infiltrados y/o imágenes características de su patología de base. En HPP idiopática se observa hipoperfusión pulmonar, con pulmón hiperlúcido.

Gases en sangre: Hipoxemia a pesar de FiO<sub>2</sub> 100%.

Ecocardiografía: Permite confirmar diagnóstico y diferenciar con cardiopatía congénita estructural, debe realizarse antes de las 12 horas (3).

**7.6.4. Manifestaciones clínicas.** En una hipertensión pulmonar persistente se sospecha cuando la dificultad respiratoria del niño aumenta en severidad con la disminución de la oxigenación e hipoxemia (20)

En el examen físico se evidencia:

- Cianosis (con administración de oxígeno).
- Dificultad respiratoria sin lesiones pulmonares o cardíacas manifiestas.
- Taquipnea.
- Soplo cardíaco que persiste después del nacimiento.
- Hipotensión arterial.
- Hipoxemia con PO<sub>2</sub> < 50 mmHg.
- Insuficiencia cardíaca congestiva.
- Alteraciones metabólicas: hipoglucemia, hipocalcemia, acidosis metabólica, oliguria (6)

### 7.6.5. Tratamiento inicial

#### Ingreso a unidad de cuidados intensivos neonatales

- Se recomienda realizar cateterismo arterial y venoso umbilical.
- Se recomienda administrar oxígeno para mantener la PaO<sub>2</sub> entre 60 a 80 mm Hg (el oxígeno produce un efecto vasodilatador en los vasos pulmonares, mantener la concentración de oxígeno en un 100% (3).

-Mantener un ambiente tranquilo.

- Sedación continua y parálisis medicamentosa (relajación) recién nacido.
- Administrar analgesia continua
- Mantener el equilibrio hemodinámico a través de la administración de fármacos vasopresores (dopamina, dobutamina y amrinona) para mantener la presión vascular sistémica más elevada que la presión vascular pulmonar, esto disminuye la desviación de derecha a izquierda (6).
- Mantener al recién nacido normotérmico, para evitar que aumente la acidosis y el consumo de oxígeno.
- Corregir los problemas metabólicos (hipoglucemia, hipocalcemia, hipomagnesemia y acidosis), así como también la policitemia para lograr una función suficiente del miocardio y la respuesta de los vasodilatadores pulmonares.
- Proporcionar nutrición endovenosa temprana empleando un catéter venoso central con apropiada infusión de glucosa, aminoácidos y calcio (21)
- Mantener el Ph entre 7.40 a 7.50 (permite disminuir la vasoconstricción pulmonar y una mejor oxigenación.
- Mantener al recién nacido en ventilación mecánica convencional (6).

- Se recomienda ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO) en HPP secundaria a casos de enfermedades difusas del parénquima pulmonar (neumonía, Enfermedad de Membrana Hialina, Síndrome de aspiración meconial (3).

## Terapia vasodilatadora

### Vasodilatadores pulmonares

El objetivo principal del tratamiento en la HPP en el recién nacido consiste en dilatar la vasculatura pulmonar y disminuir la relación entre la presión de la arteria pulmonar PAP y la presión de la arteria sistémica PAS

**Óxido nítrico:** el óxido nítrico inhalado (ONi) ocasiona vasodilatación selectiva a nivel de la vasculatura pulmonar, por incremento en el guanosín monofosfato cíclico GMPC, para evitar hipotensión sistémica y se le considera a los vasodilatadores pulmonares VP de elección en el tratamiento de la HPPRN (hipertensión pulmonar persistente en el Recién Nacido) (21).

**Sildenafil:** ocasiona vasodilatación pulmonar al inhibir la fosfodiesterasa 5 (PDE5), ya que aumenta el Guanosín monofosfato cíclico (GMPC) dando lugar a la vasodilatación y mejorando la oxigenación en la HPPRN y al parecer sin producir hipotensión.

**La prostaciclina:** (PGI<sub>2</sub>) generan vasodilatación pulmonar al aumentar la concentración de adenosín monofosfato cíclico AMPc; la administración intravenosa de este medicamento por vía inhalatoria da lugar a vasodilatación pulmonar selectiva y mejora la oxigenación sin efectos sistémicos” (21).

### Tratamiento de la HPP con membrana de circulación extracorpórea (ECMO)

Consiste en un circuito cerrado de circulación extracorpórea que recibe, a través de una cánula venosa, sangre rica en gas carbónico, de modo que esta

es impulsada por medio de una bomba centrífuga a través de la membrana de oxígeno artificial, y retorna al paciente oxigenado a partir de un sistema arterial o venoso, con un flujo continuo, de modo a ofrecer asistencia cardíaca, respiratoria o cardiorrespiratoria (22).

Se utiliza como terapia de rescate cuando la Ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO) y el óxido nítrico fracasan para mejorar la oxigenación en los neonatos con HPPRN grave. La OMEC logra la supervivencia hasta en el 85% de los niños graves por HPPRN, sin aumentar el riesgo de secuelas (21).

## **7.7. Tratamiento de problemas respiratorio en el niño**

### **7.7.1. Presión positiva continua de las vías respiratorias (CPAP, Continuous positive airway pressure)**

Es un método de administración de oxígeno no invasivo que se aplica a pacientes que tienen una respiración espontánea

Radica en la administración de la mezcla de oxígeno y aire comprimido bajo presión continua a través de dispositivos nasales para aumentar la capacidad funcional residual de los pulmones y disminuir la resistencia vascular pulmonar, mejorando la oxigenación, permite mantener una presión positiva en las vías respiratorias durante la fase espiratoria, produciendo dilatación eficiente de los alvéolos. También reduce la resistencia supra glótica, evita la atelectasia, aumenta la estabilidad de la pared torácica, mejora la capacidad funcional residual y disminuye la resistencia vascular pulmonar. El CPAP reduce la incidencia del barotraumatismo que provoca la ventilación mecánica (6)



**Figura 6.** Recién nacido conectado a ventilación no invasiva CPAP. CPAP Nasal y Ventilación no invasiva. Fuente: Romero, 2015. Disponible en: <https://shre.ink/9ei2>

#### 7.7.1.1. Indicaciones

- Apnea del prematuro.
- Destete ventilatorio.
- Síndrome de aspiración de meconio.
- Parálisis diafragmática.
- Traqueomalacia.
- Displasia broncopulmonar.
- Atelectasia.
- Edema pulmonar. (14)
- Enfermedad de la membrana hialina (síndrome de dificultad respiratoria) (6)

Los valores de la CPAP que se utilizan en la práctica clínica están comprendidos entre 3 y 8 cmH<sub>2</sub>O, con evidencia de que el extremo superior de este intervalo

es más eficaz para prevenir la insuficiencia por extubación en recién nacidos prematuros que siguen necesitando un suplemento de oxígeno (5).

### **7.7.1.2. Complicaciones de la CPAP**

Las complicaciones de la CPAP- se relaciona con la presión:

- Sobre-distensión y rotura alveolar con enfisema intersticial pulmonar (EIP).
- Neumotórax.
- Reduce el retorno venoso, aumenta la resistencia vascular pulmonar y disminuye el gasto cardíaco (5).
- Neumomediastino
- Distensión gástrica y abdominal.
- Irritación de la mucosa nasal
- Necrosis del ala y de la columela nasal (6).

### **7.7.1.3. CPAP–Manejo**

#### **Equipo utilizado**

- Existencia de fuente de oxígeno y aire comprimido
- Conexiones de las mangueras
- Flujo de gas utilizado
- Mezcla de aire humidificado constantemente
- Presión utilizada
- Fracción inspirada de oxígeno utilizada
- Posición de la punta nasal h)

### **Control de infecciones:**

- Cambio del circuito cada semana
- Si es posible, el sistema de CPAP debe ser desechable después de su uso.
- Limpieza de la superficie del equipo
- Control de la temperatura (23)

### **Recién nacido**

- a. Examen continuo durante la primera hora y luego de acuerdo a su evolución.
- b. Aspirado de secreciones orofaríngeas según sea necesario, tratar de evitar la aspiración por fosas nasales, ya que además de dañar mucosa nasal se pierde el efecto del CPAP mientras se realiza este procedimiento.
- c. Examinar periódicamente las narinas y la protección de los orificios nasales que debe colocarse antes de introducir las puntas nasales.
- d. Oximetría de pulso continua y monitorización de signos vitales.
- e. Valorar control del equilibrio ácido-base después de cada modificación del CPAP y/o en la FiO<sub>2</sub>
- f. Radiografía de tórax, si es necesario una vez al día o según evolución.
- g. Cuantificación de gasto urinario.
- h. Descompresión periódica de la cámara gástrica a través de sonda.
- i. Monitoreo de frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y tensión arterial (23).
- j. Valorar en forma continua el estado clínico del RN, si es posible con el RN en reposo y sin abrir la incubadora.
- k. Monitoreo de estado de conciencia: tono, respuesta a estímulos, actividad.

- l. Monitoreo del estado gastrointestinal: distensión abdominal, si lo hubiese aspirado suavemente, sonda orogástrica y valorar signos y síntomas de una posible enterocolitis necrotizante.
- m. Valorar la presencia de secreciones y sus características.
- n. Peso diario.
- o. Balance hidroelectrolítico cada 6 horas (registro de ingresos y egresos).
- p. No está contraindicado la alimentación enteral en neonatos con CPAP (6).

### 7.7.2. Ventilación mecánica

La ventilación mecánica consiste en mantener y conseguir el intercambio gaseoso pulmonar adecuado y disminuir las probabilidades de lesión mecánica de los pulmones, reducir el esfuerzo respiratorio y permitir la comodidad al paciente (6).



**Figura 7.** Recién nacido conectado a ventilación mecánica. Bebé recién nacido con hiperbilirrubinemia en el respirador. Fuente: Depositphotos, 2023. Disponible: <https://shorturl.at/krGZ1>

## **Causas de la insuficiencia respiratoria.**

**Trastornos neurológicos** (apnea de la prematuridad, hemorragia intraventricular, anomalías congénitas neurológicas, depresión respiratoria por medicamentos)

**Trastornos de la función pulmonar** (inmadurez pulmonar, infecciones, neumonía, edema de pulmón; lesión pulmonar por asfixia, síndrome de aspiración de meconio, malformaciones pulmonares).

**Compromiso cardiovascular** (Cardiopatías congénitas, hipertensión pulmonar persistente; persistencia del conducto arterioso, policitemia)

**Obstrucción de las vías respiratorias** (atresia de las coanas, síndrome de Pierre Robín)

**Alteraciones metabólicas** (hipoglucemia, hipotermia, acidosis metabólicas (6)).

## **Indicaciones**

- Intercambio gaseoso comprometido por falta de estímulo central o capacidad pulmonar disminuida.
- Hipoxemia y/o hipercapnia.
- Trabajo respiratorio muy aumentado con riesgo de fatiga o apnea por situaciones clínicas de origen pulmonar o extrapulmonar (14).
- CPAP: 8 mm H<sub>2</sub>O con concentración de oxígeno del 80%.
- Insuficiencia respiratoria (PaCO<sub>2</sub> 55mm Hg, PaO<sub>2</sub> 50mm Hg (6)).

### **7.7.2.1. Complicaciones de la ventilación mecánica**

La hemorragia intraventricular, la retinopatía de la prematuridad, el barotrauma, la disfunción diafragmática, la atelectasia, la intubación selectiva y la displasia broncopulmonar (25).

### 7.7.2.2. Terminología

**Presión positiva al final de la espiración (PEEP, Positive End Expiratory Pressure):** presión de distensión continua; la presión es preestablecida y mantenida en los pulmones durante la espiración para prevenir el colapso de los alvéolos al final de la espiración. Valores indicados: entre 4 y 7 cm H<sub>2</sub>O

**Frecuencia:** refleja la asiduidad con que el flujo de la mezcla gaseosa será enviado al paciente a través del ventilador

**Presión media de las vías respiratorias (MAP, Mean Airway Pressure):** es la medida de la presión aplicada a los pulmones durante el ciclo respiratorio. Los cambios que se realizan en los parámetros del ventilador afectan la presión media de las vías respiratorias. Influyen sobre esa variable el flujo, la presión inspiratoria máxima (PIP) y la presión positiva al final de la espiración

**Presión inspiratoria máxima (PIP):** refleja la presión positiva máxima que llega al paciente en la inspiración, que infla los pulmones controlando el volumen corriente (en el neonato, debe ser de 4-6 ml/kg). Parámetros indicados: entre 15 y 25 cm H<sub>2</sub>O

**Tiempo inspiratorio (TI):** tiempo del que el ventilador dispone para la inspiración; la cantidad de flujo que sigue hacia los pulmones en un periodo definido regula el volumen corriente. Se recomienda un TI de 0,3 a 0,4 segundos

**Flujo:** el flujo mínimo debe ser de 2 a 4 veces la ventilación minuta del paciente. Se recomienda un flujo de 4 a 10 L/min a

Fracción inspirada de oxígeno o concentración de oxígeno FIO<sub>2</sub> porcentaje de oxígeno administrado variación entre el 21 y el 100 %. (6).

### 7.7.2.3. Tipos de ventilación mecánica

#### **Ventilación mecánica convencional (VMC)**

El sistema de ventilación mecánica en los neonatos más utilizado, cuenta con los aparatos limitados a presión y ciclados de tiempo, que permiten la generación de flujo continuo que se orienta al circuito del neonato durante la inspiración, la válvula de espiración se cierra y el flujo se dirige al recién nacido, este es esencial para el neonato que presenta respiración espontánea (6).

En los sistemas de ventilación se han incorporado

El sistema de flujo de demanda que selecciona un flujo mecánico y se mantiene un flujo bajo entre las frecuencias mecánicas, si en la inspiración espontánea existe la necesidad de proporcionar mayor flujo, se complementaría con un flujo de demanda y también se ha utilizado el sistema sincronizado de flujo (6).

**Ventiladores limitados a presión y ciclados a tiempo.** Se utilizan en las formas de ventilación obligadas, intermitente y CPAP. En este se establece la frecuencia respiratoria, pero no se ajusta a las demandas del neonato, no es sincronizada, se torna incómodo y mantiene el paciente agitado, produciendo un trabajo de respiración más acentuado, aumentando la necesidad de oxígeno y el metabolismo (6).

**La ventilación mecánica obligada intermitente sincronizada** poseen transductores de presión que se colocan sobre el abdomen del neonato que detectan los movimientos diafragmáticos y se puede sincronizar entre frecuencia respiratoria del ventilador y el esfuerzo del recién nacido y también mantener respiraciones espontáneas entre la ventilación mecánica (6).

**La ventilación de alta frecuencia** es una modalidad de ventilación mecánica que consigue una ventilación alveolar con volumen corriente ( $V_c$ ) muy bajo, que se genera a frecuencias supra fisiológicas entre 3 y 15 Hz o equivalente a 180 y 900 ciclos por minuto (1 Hz = 1 ciclo por segundo), que se sobreponen a una presión media continua de la vía aérea. Sirve para manejar volúmenes

corrientes de pequeña amplitud, se disminuye el barovolutrauma pulmonar y a su vez la incidencia de displasia broncopulmonar (DBP) (25).

## **Modalidades**

### **Ventilación por chorro o jet**

La boquilla de la Ventilación Jet de Alta Frecuencia High Frecuencia Jet Ventilation (HFJV) produce muy breve, altas respiraciones inspiratorias de transición de velocidad que permiten gas fresco para acercarse a los alvéolos; penetrando el gas del espacio muerto y hacer volúmenes corrientes más pequeños y efectivos usando bajas presiones. La presión positiva al final de la espiración (PEEP) durante la HFJV evita que los alveolos por colapso o sobredistensión disminuyan su capacidad para el intercambio de gases. Las ventajas son la exhalación positiva, la limpieza mucociliar y la capacidad para mejorar el parénquima pulmonar lesionado. La frecuencia de la HFJV fija una frecuencia de 60 rpm sobre ventilación oscilatoria de alta frecuencia. (26), y frecuencias de 60 a 600 rpm con espiración pasiva, y una frecuencia oscilatoria entre 300 a 3 000 rpm y espiración Activa (6).

## **Indicaciones**

- Hipertensión arterial pulmonar persistente neonatal
- Hernia diafragmática congénita (25).
- Tratamiento de insuficiencia respiratoria en el recién nacido, cuando la presión inspiratoria máxima utilizada en el ventilador convencional es superior a 25 cm de H<sub>2</sub>O, PCO<sub>2</sub> superior a 60 mmHg luego de 24 horas.
- Enfisema pulmonar intersticial.
- Neumonía grave.

- Síndrome de dificultad respiratoria (enfermedad de membrana hialina).
- Síndrome de hipoplasia pulmonar (6).

#### **7.7.2.4 Cuidados de enfermería en neonatos en ventilación mecánica.**

- Conexión del circuito del ventilador con técnica aséptica
- Colocar el agua estéril en el humidificador calentado
- Ajuste de los parámetros del ventilador y verificar cada hora
- Vigilar fijación del tubo endotraqueal (6).
- Coloración de piel y mucosas
- Movimiento del tórax y auscultación.
- Cambios clínicos bruscos.
- Correcta sedación y analgesia.
- La aspiración endotraqueal.
- Óptima humidificación.
- Correcta monitorización
- Correcto funcionamiento de los aparatos (14).
- Cambios de posición de decúbito –ligeramente de lateral derecho, izquierdo y supino alternado cada 4 horas (6) o cada 2 horas mientras su estado lo tolere.) (27).
- La nutrición enteral se proporciona para disminuir el riesgo de translocación bacteriana.
- Evaluar frecuentemente la motilidad intestinal (auscultando ruidos intestinales, midiendo el volumen gástrico residual o el perímetro abdominal (27).
- Cuidados generales (mantener la integridad de la piel, colocar almohadas de gel en los puntos de presión: occipucio, hombros, codos,

talones, evitar arrugas de la ropa de cama bajo el paciente, cuidados meticulosos de la piel, por motivos de seguridad utilizar una sujeción suave si es necesario para mantener una vía respiratoria crítica) (27).

## Referencias

1. Díaz M., Ramírez C., Vergara F. Prevalencia de Etiologías del Síndrome de Dificultad Respiratoria del Recién Nacido. Perfil Materno y Neonatal en Centro Neonatal. Mat. Actual [internet]. 2020 [citado día mes 2022]; 1(1): 07-16. Disponible en: <https://revistas.uv.cl/index.php/matroneria/article/view/2186/2436>
2. Cannizzaro C., Paladino M. Fisiología y Fisiopatología de la adaptación neonatal. Anestesia, Analgesia Reanimación [internet]. 2011[citado día mes 2022]; 24 (2): 59-74. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/aar/v24n2/v24n2a04.pdf>
3. Ministerio Salud Pública. Recién nacido con dificultad para respirar. Guía de Práctica Clínica. Ecuador; 2016. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2014/05/GPC-RECIEN-NACIDO-CON-DIFICULTAD-PARA-RESPIRAR.pdf>
4. Rodríguez J., Chong P., Tixe J., Leyton R. Escala de Silverman en la dificultad respiratoria neonatal. Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento [internet]. 2019 [citado día mes 2022]; 3(3): 113-127. Disponible en <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/601/80>
5. Gleason C., Juul S., Avery. Enfermedades del Recién Nacido. Décima Edición. España: Elsevier; 2019
6. Tamez R. Enfermería en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal. Quinta edición. Buenos Aires-Argentina: Panamericana; 2019.
7. Islas L. Líquido Pulmonar Fetal. Revista Médica del Hospital General [internet]. 2006 [citado día mes 2022]; 69(4): 221-225. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/h-gral/hg-2006/hg064h.pdf>
8. Royo D., Curto B., Fernández C., Pinillos R., Torres S., Galves Z., Rite S. Taquipnea transitoria del recién nacido: principales factores de riesgo,

- evolución y complicaciones. Bol Pediatr Arag Río [internet]. 2015 [citado día mes 2022]; 45(3): 69-74. Disponible en: <http://spars.es/wp-content/uploads/2017/02/vol45-n3-1.pdf>.
9. Rodríguez I., Rodríguez G., Martínez K., Cepeda J., Garza H. Morbi-mortalidad del recién nacido con síndrome de aspiración de meconio e hipertensión pulmonar severa tratados con ventilación de alta frecuencia oscilatoria, surfactante y sildenafil con y sin óxido nítrico inhalado. Medicina Universitaria [internet]. 2011 [citado día mes 2022]; 13(50): 5-9: Disponible en: file:///C:/Users/NANCY%20ABAD/Downloads/X1665579611026716.pdf
  10. Swarnam K., Amuchou S. Soraisham, Sindhu, Sivanandan. Síndrome de Aspiración de Meconio. Int J Pediatr [internet]. 2012 [citado día mes 2022]; Vol.2012; 1-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3228378/pdf/IJPED2012-359571.pdf>
  11. Balboa F., Rueda S., Paredes C., Barbosa E. Neumonías neonatales. Acta Pediatr Esp [internet]. 2008 [citado día mes 2022]; 66(10): 481-486.
  12. Reuter S., Moser Ch., Baack M. Respiratory Distress in the Newborn. Pediatrics in Review [internet]. 2014 [citado día mes 2022]; 35(10): 417- 429. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4533247/pdf/pedsinreview.20140029.pdf>
  13. Ferrer F., Estévez M., Montero A., Díaz Y., García Y. Riesgos de la neumonía asociada a la ventilación mecánica en el recién nacido pretérmino. Rev. inf. Cient [internet]. 2019 [citado día mes 2022]; 98(2); 230-240. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=88094>
  14. Álvarez J. Insuficiencia respiratoria en el Recién Nacido. En: Zamora M, coordinadora. Enfermería Neonatal. España. Océano medicina.S.F. p.39-49.

15. Rosero V., Valverde L., Palma C., Cabrera F., Ramírez A. Complicaciones pulmonares asociadas a la ventilación mecánica en el neonato crítico. Rev Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento [internet]. 2019 [citado día mes 2022]; 3(4); 511-527. Disponible en: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/674/936>
16. Santos C., Llorens R., Flores A., Martín I., Blanco R., Garzón M. Síndrome de fuga aérea pulmonar neonatal: factores de riesgo y patrones radiológicos. Revista Española de pediatría [internet]. 2014 [citado día mes 2022]; 70(4): 205-208. Disponible en: <http://www.seinap.es/wpcontent/uploads/Revista-de-Pediatria/2014/REP%2070-4.pdf#page=28>
17. Martínez O., Pérez A., Jiménez S., Díaz H. Enfisema pulmonar intersticial unilateral en un recién nacido. Rev Mex Pediatr [internet]. 2021 [citado día mes 2022]; 88(4): 159-162. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2021/sp214g.pdf>
18. Mühlhausen G., Brethauer S., Martínez F., Melipillán Y. Enfisema pulmonar intersticial persistente en recién nacido. Caso clínico. Rev Chil Pediatr [internet]. 2012 [citado día mes 2022]; 83 (1): 73-77. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rcp/v83n1/art09.pdf>
19. Solís G., Mantecón L. Tratamiento de los escapes aéreos en Neonatología. An Pediatr Contin [internet]. 2013 [citado día mes 2022]; 11(6): 350-353. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-anales-pediatria-continuada-51-articulo-tratamiento-escapes-aereos-neonatologia-S1696281813701586>
20. Arias D., Narváez C. Atención al recién nacido con hipertensión pulmonar persistente. REPERTMED CIR [internet]. 2016 [citado día mes 2022]; 25(4): 219-227. Disponible en: <https://revistas.fucsalud.edu.co/index.php/repertorio/article/view/105/91>
21. Guasque J. Hipertensión pulmonar persistente en niños recién nacidos. Conceptos recientes. Rev Mex Pediatr [internet]. 2014 [citado día mes

- 2022]; 81(5); 183-193. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2014/sp145g.pdf>
22. De Oliveira L., Nebes A., Jardim J., Mendes P., Naves S., Bruno T., et al. Uso de la membrana de oxigenación extracorpórea en una paciente con trasplante pulmonar: Cuidados de Enfermería. *Enferm. glob.* [internet]. 2015 [citado día mes 2022]; 14(38): 1-16. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v14n38/clinica1.pdf>
  23. Angulo E., García E. *Neonatología*. Cuarta edición. México: Editorial Intersistemas; 2016.
  24. Ministerio de Salud Pública y Bienestar social. *Guía técnica de manejo de la presión positiva continua*. Paraguay; 2016. Disponible en: <https://www.unicef.org/paraguay/media/2061/file/guia-cpap.pdf>
  25. Carbonell L., Fernández A., Rodríguez Y., Machado M. Ventilación mecánica convencional en recién nacidos muy bajo peso ingresados en el hospital provincial Dr. Ernesto Guevara de la Serna. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta* [Internet]. 2015 [citado día mes 2022]; 40 (2): 1-5. Disponible en: <http://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/96>
  26. Anvekar A., Shah P., Nathan E., Doherty D., Patole S., Simmer K. High frequency jet ventilation in preterm infants: experience from Western Australia. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine* [Internet]. 2019 [citado 8 enero 2022]; 32(17): 2824-2829. Disponible en: <https://relaped.com/wp-content/uploads/2020/01/anvekar2018.pdf>
  27. Honkenberry M., Wilson D., Rodgers C. *Enfermería pediátrica*. Décima edición. España: Elsevier; 2019.