

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad Ciencias Médicas



***“PERTINENCIA DE LAS INDICACIONES DE TERAPIA VENTILATORIA Y SUS
COMPLICACIONES EN RECIEN NACIDOS. UNIDAD DE CUIDADOS
INTENSIVOS DE NEONATOLOGÍA, HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE
DIOS, MAYO – JUNIO DE 2002.”***

YEYMI DELFINA PEREZ URBINA

MEDICA Y CIRUJANA

Guatemala, Agosto del 2002.

ASESOR: Dr. Hugo Israel Marroquín Gálvez.
REVISOR: Dr. Julio César Montenegro Leiva.

INDICE

<i>CAPITULO</i>	<i>NO. DE PAGINA</i>
<i>I. INTRODUCCION.....</i>	<i>1</i>
<i>II. DEFINICION DEL PROBLEMA.....</i>	<i>2</i>
<i>III. JUSTIFICACION.....</i>	<i>3</i>
<i>IV OBJETIVOS.....</i>	<i>4</i>
<i>V. MARCO TEORICO</i>	<i>5</i>
<i>VI MATERIALES Y METODOS</i>	<i>24</i>
<i>VII PRESENTACION DE RESULTADOS</i>	<i>30</i>
<i>VIII ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS</i>	<i>35</i>
<i>IX CONCLUSIONES</i>	<i>38</i>
<i>X RECOMENDACIONES</i>	<i>39</i>
<i>XI RESUMEN</i>	<i>40</i>
<i>XII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</i>	<i>41</i>
<i>XIII ANEXOS.....</i>	<i>43</i>

I. INTRODUCCION

Durante los últimos años la terapia ventilatoria ha revolucionado en el campo de los cuidados intensivos de pacientes especialmente de los recién nacidos.

Este grupo de pacientes es muy susceptible a las enfermedades de origen pulmonar, como lo es el Síndrome de Distress Respiratorio el cual es causado por múltiples patologías como la enfermedad de membrana hialina que se presenta principalmente en recién nacidos prematuros, la neumonía, Síndrome de Aspiración de Mecónio, Mala Adaptación Pulmonar, así como patologías de origen no pulmonar en las cuales la ventilación mecánica sirve de apoyo en el tratamiento de estos pacientes. (1)

En la unidad de cuidados intensivos de neonatología del Hospital General San Juan de Dios cuentan con normas para iniciar la terapia ventilatoria en recién nacidos como lo son criterios clínicos que se basan en la escala de Downes para Síndrome de Distrés Respiratorio, y con criterios de laboratorio como lo es la gasometría arterial en la cual se buscan hipoxemia, hipercapnia, y/o acidosis.

En este trabajo se evaluó la pertinencia de la terapia ventilatoria en 67 recién nacidos que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos de neonatología durante los meses de mayo y junio del 2002, basándose en los criterios clínicos y de laboratorio descritos anteriormente, así como las complicaciones que se presentaron durante el tratamiento con terapia ventilatoria entre las cuales se encuentran el barotrauma (neumotórax, neumomediastino), la neumonía nosocomial, la hemorragia pulmonar y la broncodisplasia pulmonar.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA

Durante los años de 1960 en Estados Unidos se reportó que solamente un infante de 18 que fueron sometidos a terapia ventilatoria sobrevivió. Ya para los años 1962 – 1969 se mostró una supervivencia del 33 % para los neonatos con terapia ventilatoria.
(5)

Durante los últimos años la terapia ventilatoria en recién nacidos con enfermedades que se presentan en el pre o post parto, ha disminuido la mortalidad de estos pacientes.

En el Hospital General San Juan de Dios, durante el año 2001 fueron atendidos 6,716 partos, esto se debe a que se trasladan pacientes a maternidades cantonales. De dicho número de partos (6,716) el 17 % del total de partos son ingresados a la unidad de cuidados intensivos de neonatología. El índice de prematuridad en este centro es del 33 %. Entre las principales causas de morbi – mortalidad encontramos: Enfermedad de Membrana Hialina, Síndrome de aspiración de meconio, Mala adaptación pulmonar, Síndrome de Distress Respiratorio, Displasia Broncopulmonar, Neumonía Nosocomial.

De total de recién nacidos que son ingresados a la unidad de cuidados intensivos de neonatología, el 24 % de ellos requieren en algún momento terapia ventilatoria.

Aunque en este centro no cuentan con protocolos estandarizados para iniciar terapia ventilatoria, si existen normativas o indicaciones previas con las cuales ellos se rigen para dar o no tratamiento con terapia ventilatoria a un recién nacido, como lo son criterios clínicos (escala de Downes) y / o criterios de laboratorio.

Por lo descrito anteriormente, y por las complicaciones que se pueden dar por el uso de ventiladores mecánicos en recién nacidos, se debe establecer la pertinencia de las indicaciones de terapia ventilatoria en recién nacidos del Hospital General San Juan de Dios.

III. JUSTIFICACION

En los últimos años la ventilación mecánica se ha convertido en una terapéutica imprescindible en las unidades de cuidado intensivo de neonatos.

Actualmente alrededor del 17% de los neonatos que nacen en el Hospital General San Juan de Dios son ingresados a la unidad de cuidados intensivos. De esos pacientes el 24 % de ellos necesitan ser ventilados mecánicamente.

Como cualquier otro tratamiento la terapia ventilatoria debería de aumentar el porcentaje de supervivencia en este grupo de pacientes y reducir al mínimo el riesgo de complicaciones.

Por lo descrito anteriormente, se evaluó la pertinencia de las indicaciones de la terapia ventilatoria, ya que su objetivo principal es disminuir la morbilidad y mortalidad en neonatos asociadas al uso del ventilador.

IV. OBJETIVOS

General:

- *Establecer la pertinencia de las indicaciones de terapia ventilatoria en la unidad de cuidados intensivos de neonatología del Hospital General San Juan de Dios.*

Específicos:

- *Determinar cuales son las indicaciones que se presentan para iniciar terapia ventilatoria en recién nacidos en la unidad de cuidados intensivos de neonatología del HGSJD.*
- *Identificar las patologías que llevan a iniciar terapia ventilatoria en recién nacidos de la unidad de cuidados intensivos del HGSJD.*
- *Identificar cuales son las complicaciones que se presentan en recién nacidos que reciben terapia ventilatoria en la unidad de cuidados intensivos del HGSJD.*

V. MARCO TEORICO

A. DEFINICION DE VENTILACION MECANICA:

La ventilación mecánica se define como el mecanismo por el que se apoya la ventilación pulmonar para mejorar el intercambio gaseoso, y la mecánica pulmonar en pacientes con falla respiratoria. (7)

B. HISTORIA DE LA VENTILACION MECANICA:

Las descripciones en la teoría de la respiración y el aire aparecen en las escrituras antiguas de egipcios, chinos y griegos. El acto de inducir presión y respirar en otra persona artificialmente se documenta atrás en el Antiguo Testamento , escrito alrededor del año 800 A.C. "El profeta Elias se puso sobre el niño, y puso su boca en su boca, y sus ojos en sus ojos, y sus manos en sus manos, y se tendió sobre él, y las carnes del niño se pusieron calurosas... el niño estornudó siete veces y abrió sus ojos " (II Reyes, 4:34-35). Mientras esto puede estar ampliando la interpretación, parece una especulación razonable que la resurrección ocurrió. (5, 11)

Después de esta referencia antigua de la respiración asistida, la historia de la ventilación mecánica de los pulmones parece haber sufrido un proceso evolutivo lógico. Hubo científicos que intentaron investigar primero por qué nosotros respiramos y en sus estudios revelaron ciertos conceptos básicos de la ventilación mecánica. Luego los médicos intentaron salvar las vidas resucitando a las víctimas de trauma y enfermedad. Y finalmente cirujanos que quisieron abrir el tórax con cirugía y proporcionar al paciente medios alternativos para respirar.

Hipócrates (460-370 A.C.) dio su descripción temprana de lo que él penso era la función de respirar en su " Treatis en el Aire ". Él describió el tratamiento para situaciones dónde el sofocamiento era inminente: " Uno debe introducir una cánula en la tráquea a lo largo de la mandíbula para que pueda atraerse el aire a los pulmones ". Éste probablemente es el primer caso escrito de intubación endotraqueal. Aristóteles (384-322 A.C.) anunció que los animales que se pusieron en cajas sin aire murieron.

Él pensó que esto era debido al hecho de que ellos no pudieron refrescarse. Mientras su deducción era incorrecta, sus experimentos demostraron que ese aire fresco era esencial para mantener la vida.(11)

Resto de la documentación permanece sin cambios sobre el desarrollo de estos conceptos, hasta principios del siglo XVI. Experimentando con la función del pulmón, Paracelsus (1493-1541) usó un "fuelle" conectado a un tubo insertado en la boca de un paciente con un dispositivo para ayudar en la ventilación. Este estudio, en 1530 lo acredita como la primera forma de ventilación mecánica. Alrededor del mismo tiempo (1541-1564), Vesalius probó introduciendo una lengüeta en la tráquea de un animal, y a través de la resurrección, exitosamente restauró el latido del corazón del animal agonizante.

Robert Hooke (1635-1703) se interesó en establecer la causa exacta de muerte, cuando el tórax se abrió durante una cirugía. Él experimentó con los perros y encontró que él pudo sostener la vida de un animal usando un fuelle conectado a un corte que realizó en la tráquea, debajo de la epiglotis. Él pudo mantener la ventilación incluso cuando el tórax del animal fue abierto. Fue pensado previamente que era el movimiento del tórax el que previno el asfixiamiento. Él examinó su hipótesis más allá, haciendo un agujero en el pulmón mientras el tórax estaba abierto, proporcionó un flujo constante de aire a través de la tráquea y el pulmón usando dos fuelle en lugar de uno. El flujo aéreo constante guardó que el pulmón colapsara sosteniendo la vida y manteniendo así regular el latido del corazón. Él concluyó que no era el movimiento de los pulmones o del tórax el que producía la muerte, sino era la cesación de flujo de aire fresco en los pulmones. A pesar de la presentación de este material a la Sociedad Real de Inglaterra en 1667, pasaron casi dos siglos más antes de que esta teoría fuera aplicada.(5)

Uno de los problemas tempranos de ventilación mecánica era eso de establecer y mantener una vía aérea. Algunos de estos investigadores usaron tubos o cañas, pero no sin los inconvenientes de inflamación gástrica, infección, y trauma. En 1763, Semellie insertó un tubo de metal flexible con éxito a través de la boca y en la tráquea. Él observó que esto le permitía soplar en el tubo dando así presión positiva para ventilar los pulmones, y además era útil para succionar o aspirar. En 1797, el Dr. John

Fothergill aplicó el uso de un tubo nasal al principio de ventilación con el fuelle y creó un dispositivo de ventilación mecánica que funcionó con éxito. En 1775, John Hunter, usando animales como modelos, empleó dos fuelle uno para la inspiración y el segundo para colectar el aire espirado. Esta técnica se adaptó para uso de pacientes por la Sociedad Humana Real en 1782 y empezó otra tendencia en la ventilación mecánica. Previamente, muchos investigadores pensaron que era importante aumentar la espiración en lugar de permitir que fuera pasiva. Este concepto se llevó incluso a finales de 1960 por el Dr. Bird de Forrest que usó un dispositivo llamado ' el pneumoband' para aumentar la espiración.(10).

A finales de 1700 y 1800, la mayoría de las investigaciones en el cuidado respiratorio, el intercambio de gases, el transporte de gases respirados, y la regulación de la respiración, se hicieron en el laboratorio de fisiología. A mediados de 1800, sin embargo, se vio varios nuevos desarrollos. Durante este tiempo los agentes anestésicos empezaron a ser usados, y se estudiaron los problemas de ventilar a los pacientes con una intensidad mayor. De este punto la ventilación mecánica tomó dos caminos: cirujanos y anestesiólogos siguieron los métodos para los pacientes ventilados durante la cirugía, mientras otros médicos e inventores diseñaron los métodos para tratar a los pacientes con apnea y con dificultades respiratorias. (1, 11)

C. VENTILADORES DE PRESIÓN NEGATIVA

En 1864, Alfred F. Jones de Lexington, Kentucky patentó uno de los primeros barorrespiradores o dispositivos, además alternó la ventilación con presión positiva y negativa. El paciente se sentaba dentro de una caja que se parecía a un baño de vapor con la cabeza a través de la cima. La presión positiva ayudaba a la espiración, mientras la presión negativa alterna alrededor del cuerpo ayudaba a la inspiración.

En 1876, el Dr. Woillez de París, Francia diseñó el “ spirophere”. Este dispositivo operó como el “ pulmón férreo” con que nosotros estamos familiarizados. Él tenía

esperanzas de usar este dispositivo para resucitar a las víctimas ahogadas a lo largo del Río de Seine, pero los fondos para el proyecto nunca se materializaron.

Durante los próximos 80 años, se desarrolló una profusión de barorrespiradores similares a pulmones de hierro. Éstos a veces tuvieron éxito tratando arresto respiratorio o insuficiencia respiratoria, pero ningún plan realmente fue popular hasta los años 1920. En 1928, la Compañía de Gas Nueva York Consolidated comisionó a Philip Drinker y Luis Shaw para desarrollar un respirador artificial que podría aplicarse a los pacientes para un período indefinido de tiempo. El resultado era un ventilador que se pareció al pulmón de hierro. El cuerpo del paciente era puesto en una cámara con la cabeza afuera, un cuello de caucho encajaba cómodamente alrededor del cuello y sellaba la cámara del aire externo. Aunque incómodo, proporcionó uno de los primeros respiradores ampliamente usados. (1, 5)

El pulmón de hierro se utilizó para cuidado de lactantes con fisioterapia difícil. El Dr. James L. Wilson desarrolló un cuarto entero con los mismos principios de ventilación. Esto permitió el cuidado simultáneo de varios pacientes y se usó con éxito en el Hospital de Niños en Boston Massachusetts, durante una de las epidemias de la polio.

John H. Emerson, también de Massachusetts, simplificó las ideas de Drinker y Shaw y desarrolló un ventilador de presión negativa que era más simple y menos caro. También, se usó ampliamente en las víctimas de la polio paralizadas y pacientes que requirieron la ventilación artificial. Hoy en día continúa siendo un método exitoso para proporcionar apoyo ventilatorio a largo plazo, sobre todo en pacientes con desórdenes neuromusculares. (4)

Un desarrollo importante fue el tubo endotraqueal inventado en 1880 por Macewen, y el laringoscopio por Jackson en Pittsburg, Pennsylvania en 1895.

Los resultados experimentales combinados de Fell y O'Dwyer en Búfalo, Nueva York produjeron un aparato que tenía una cánula laríngea en una vía aérea abierta. El extremo externo del tubo endotraqueal tenía dos ramas, uno se conectó a un fuelle y

uno al dedo pulgar del operador. Durante la inspiración el operador cubría una rama con su dedo pulgar, forzando el aire en los pulmones. Durante la espiración, el dedo pulgar estaba alejado y permitía que el aire acumulado de los pulmones pasara a un cuarto.(5)

Muchos problemas con el " silencio pulmonar " aun persisten: volumen, dificultad en el manejo del paciente, problemas en la esterilización, y los riesgos de uso de los ventiladores.

D. TIPOS Y CLASIFICACION DE LOS VENTILADORES MECANICOS:

La ventilación mecánica puede ser lograda utilizando dispositivos de presión negativa intermitente y dispositivos de presión positiva. Hoy los ventiladores de presión negativa representan sólo un pequeño porcentaje de máquinas en uso en los Estados Unidos. De los dispositivos de presión positiva, la clasificación más común está por modo de ciclaje (manera en la que el ciclo de la inspiración se termina). Hay cinco tipos básicos de ciclaje

- 1. Ciclaje por volumen: la inspiración acaba cuando un cierto volumen se alcanza.*
- 2. Ciclaje por Presión: la inspiración acaba cuando una presión se alcanza.*
- 3. Ciclaje por Cronómetro: la inspiración acaba cuando un tiempo prefijado se alcanza.*
- 4. Ciclaje por flujo: la inspiración acaba cuando el flujo ha alcanzado un nivel bajo crítico.*
- 5. Ciclaje mixto: dos de los mecanismos del ciclaje están presentes en el mismo ventilador.*

La inmensa mayoría de ventiladores neonatales de presión positiva está en las primeras tres categorías: ciclaje de presión, tiempo, y volumen.(5).

Pueden agregarse dispositivos a los ventiladores para prevenir presión o volumen excesivos cuando se dan cambios en los pulmones de los neonatos. Un dispositivo llamado presión-limitado regula la presión máxima por medio de una válvula encendido-apagado. Un dispositivo llamado volumen - limitado permite al ventilador entregar menos, pero nunca más de una cantidad especificada de volumen.

Los ventiladores también pueden ser clasificados según el mando de ventilación. Para empezar la inspiración, la máquina puede ser activada por el paciente (assistor teclean), por el ventilador sólo (director), o a través de ambos, paciente y ventilador (tipo assistor-director). En ventiladores assistor-director, un dispositivo le permite al paciente comenzar algunas respiraciones, pero también tiene una frecuencia predeterminada.

La fuente de poder para el ventilador puede ser neumática o eléctrica. Pueden agregarse otros dispositivos al ventilador para determinar la clasificación del modelo de flujo y la clasificación de la exhalación.

Docenas de ventiladores neonatales están disponibles comercialmente hoy. Ninguno de éstos es perfecto para cada tipo de enfermedad respiratoria. Un ventilador neonatal satisfactorio debe cumplir con los siguientes requisitos:

- 1. Todos los modos de ventilación deben estar disponibles, incluso IPPV, IMV, CPAP*
- 2. Los ventiladores deben ser simples y fáciles de operar.*
- 3. Debe ser fiable (pocos fracasos mecánicos).*
- 4. La máquina debe ser relativamente callada, pequeña, y barata.*
- 5. El ventilador debe ofrecer una amplia gama de proporciones respiratorias.*
- 6. Las concentraciones de FIO2 deben ser ajustables y exactas (21 a 100 por ciento).*
- 7. Los ventiladores deben poseer un sistema de complacencia bajo, ambos dentro y fuera del ventilador.*
- 8. El ventilador debe tener una amplia gama de entrega de volúmenes (10 a 200 ml).*

9. *El dispositivo debe tener un sistema de alarma o sistemas visual y audible para detectar fallos mecánicos.*
10. *El sistema debe ofrecer proporciones de flujo inconstantes y constantes.*
11. *Los ventiladores deben ser capaces de tener una adecuada humidificación y calentamiento*
de aire inspirado (humedad del 60 % a 37 °C.)
12. *Los dispositivos Presión- limitado o volumen - limitado deben estar disponibles.*
14. *El dispositivo debe ofrecer una amplia gama de capacidades de presión o de volumen.*

1. VENTILACIÓN DE PRESIÓN POSITIVA: VENTILADORES DE CICLAJE DE PRESIÓN Y TIEMPO

Clasificación :

Los ventiladores mecánicos de Presión positiva son clasificados por la mayoría de los médicos como cualquier tipo de "volumen" o "presión". El volumen prefijado de los ventiladores dan el mismo volumen de flujo de aire con cada respiración. A los ventiladores de presión se les nombra así, porque la preocupación primaria del operador es inspirar o administrar presión (regulado por un marcador en el frente de la máquina).

Los ventiladores también son clasificados según las características de flujo y presión, y por factores que regulan el ciclaje.

1. Flujo o características de presión

- a. *Generador de flujo constante (alta fuente de presión de gas o compresor)*
- b. *Generador de flujo no-constante*
- c. *Generador de presión constante (peso del fuelle)*
- d. *Generador de presión no-constante (piston del campoerated)*

2. Factores que regulan el ciclaje

- a. *Tiempo*
- b. *Presión*
- c. *Volumen*

2. VENTILADORES DE VOLUMEN VERSUS VENTILADORES DE PRESION

Aunque no hay ningún estudio definitivo que demuestre ventajas fisiológicas en la actualidad por ventiladores de presión o ventiladores de volumen, algunos médicos defienden el uso de uno o el otro. Ellos basan su opción en varias consideraciones teóricas que diferencian los dos tipos. El ventilador de volumen entrega siempre el mismo volumen de flujo con cada respiración. Por consiguiente, las áreas de atelectasias que ocurren seguirán siendo atelectasias porque colapsó la vía aérea pulmonar, requieren preferentemente una presión más dócil de la apertura de la vía aérea, y se ventilarán las áreas más normales del pulmón. Los ventiladores que ciclan por volumen también pueden ser considerados poco satisfactorios porque una cantidad desconocida del volumen prefijado goteará de la vía aérea cuando se usan tubos endotraqueales.(11)

Con el ventilador de presión, el volumen entregado al pulmón es dependiente de la rigidez del pulmón. Si el pulmón se pone menos dócil o más dócil, el volumen cambiará aunque la presión permanezca igual. Si la complacencia de la ventilación pulmonar disminuye, esto puede llevar a un volumen insuficiente de flujo con hipoventilación pero al aumentar la complacencia sobreviene el barotrauma. (9)

Ventajas de los ventiladores de presión:

Se usan ventiladores de presión extensivamente en las unidades de cuidado intensivo neonatal, por las razones siguientes:

1. Los ventiladores de Presión pueden usar flujo simple de presión para supervisar la acción del ventilador. El plan y ventajas de la función de ventiladores de presión incluyen:

- a. *Simplicidad de plan*
- b. *Tamaño compacto*
- c. *Los ventiladores operan por medio de la fuente de presión (no requiere electricidad)*
- d. *Menor costo debido a la simplicidad del plan*

En contraste, los ventiladores de volumen exigen un pistón de volumen para regular el tamaño de la respiración. Esto significa más partes para funcionar, es más complejo, y el tamaño debe ser más grande.

2. Los ventiladores de presión ofrecen simplicidad en el funcionamiento. Uno puede leer la forma de presión directamente a una escala. Con ventiladores de volumen, uno debe calcular el volumen entregado al paciente, y debe saber la complacencia de la máquina. Si la tubería es grande y los pulmones están rígidos, mucho del volumen puede perderse en el circuito del ventilador.

3. El Barotrauma y la Displasia Broncopulmonar (BPD) son complicaciones mayores de ventilación mecánica. La reciente evidencia sugiere que los inspiradores de presión máxima (PIP) puede ser una causa importante de estos problemas. En cualquier tipo de ventilación asistida, PIP debe regularse cuidadosamente. Esto es fácilmente cumplido con ventiladores de presión porque la presión de la inspiración puede marcarse directamente.

4. Con ventiladores de presión, la complacencia y la proporción respiratoria afectan la entrega de presión al pulmón. Sin embargo, desde que se usa el dispositivo de presión - limitado del ventilador, la misma presión se entregará al bebé con cada respiración.

Los ventiladores de presión infantiles normalmente usados operan con el mismo principio. En este sistema la fuente de presión es aire comprimido (CA) u oxígeno (o

ambos) de una fuente. Esta presión nunca se aplica directamente a los pulmones del bebé, pero se usa como una fuerza de tendencia. Además, la presión ocurre mezclando el aire comprimido y oxígeno antes de llegar a esta cámara para que la concentración de oxígeno inspirado que se da al bebé sea conocida. (10)

Finalmente, una válvula de espiración se agrega al sistema. Cuando esta válvula está abierta, un flujo continuo ocurrirá a través del sistema y prevendrá la acumulación de CO₂. Cuando esta válvula está cerrada, la presión aumentará en la vía aérea del neonato hasta que el nivel de presión deseado se logre. El ventilador es ciclado por la apertura y cierre de la válvula del espirador.

CICLAJE:

En ventiladores convencionales de presión positiva, el proceso de ciclaje determina el método por el que la fase de inspiración se termina. Los ventiladores de volumen son ciclados cuando un volumen prefijado se logra. La mayoría de ventiladores de presión normalmente son regulados por un cronómetro eléctrico (tiempo - ciclo) o por un cronómetro neumático (presión - ciclo). Los ventiladores de ciclaje neumático tienen una pequeña cámara en la que la presión aumenta a un nivel prefijado y cierra la válvula del inspirador.

Aunque estos ventiladores se llaman ventiladores de "presión", son conocidos técnicamente como "generadores de flujo" por especialistas del ventilador, porque la fuente de poder da un flujo constante. Con este tipo de ventilador, la fuente de poder produce presión alta que aun cuando la complacencia de los pulmones del recién nacido o la resistencia de la vía aérea cambia, las inspiraciones fluyen, y la proporción respiratoria no se afecta. Ejemplos del ciclaje por tiempo y ciclaje por presión de los ventiladores usados en la actualidad, se dan en algunos respiradores que tienen dos o más modos de ciclaje y se llaman "ciclaje mixto." Éstos generalmente son los ventiladores de ciclaje por volumen con un mando de ciclo de tiempo adicional.

Si uno está operando ventiladores de presión a una proporción respiratoria alta, la proporción de flujo debe ser alta si uno desea entregar una respiración de flujo llena o alcanzar la presión deseada en un periodo corto de tiempo. Adicionalmente, si el tiempo de la inspiración es corto, una proporción de flujo más alta puede ser necesaria para entregar el volumen requerido y presionar en el periodo limitado. (12)

La ventilación mecánica intermitente tiene por objeto establecer un gradiente de presión entre la boca y la vía aérea para hacer llegar a los pulmones un flujo de aire. Numerosos sistemas se han ideado para cumplir este objetivo, pero todos se basan en los mismos principios y requieren un ajuste del ritmo respiratorio y las presiones de distensión de acuerdo al peso del niño y a la patología respiratoria que motivó el uso del ventilador.

En nuestro medio se usan ventiladores de presión positiva que ciclan por tiempo. Estos proporcionan un volumen determinado de aire pero aseguran que las presiones no sobrepasen los límites previamente establecidos.(9)

3. VENTILADORES DE PRESIÓN POSITIVOS NORMALMENTE USADOS

Ciclaje por tiempo

Ciclaje por presión (neumático)

Sechrist IV - 100

Babybird

Healthdyne 100

TIPOS:

1. Babybird

Parámetros:

** TE*

** I:E*

** Flujo*

2. Sechrist Infant ventilator IV - 100

Parámetros:

- * TI*
- * TE*
- * Flujo*

E. DEFINICION DE FALLO RESPIRATORIO:

No hay ninguna sola definición exacta de fallo respiratorio por que el fallo respiratorio en el recién nacido es basado en criterios clínicos y criterios de laboratorio. El fallo respiratorio puede incluir dos o más de los siguientes:

A. CRITERIOS CLINICOS:

- Retracciones o tiraje intercostal*
- Apnea*
- Cianosis que no resuelve con oxígeno*
- Déficit de oxígeno (< 70 %)*

B. CRITERIOS DE LABORATORIO:

- PaCO2 mayor de 60*
- PaO2 menor de 50*
- PH menor de 7.25*

Uno no debe pasar por alto la importancia de observar la severidad de las retracciones ya que son un indicador mayor de anormalidades mecánicas pulmonares. Las retracciones son una de las primeras señales de fallo respiratorio en el recién nacido, por que el pecho del recién nacido da cambios muy dóciles y mínimos de presión en la pleura causando movimiento del tórax. Si las retracciones severas están presentes en un recién nacido debe ventilarse mecánicamente antes de que él se exhiba a cualquier criterio de laboratorio o clínico descrito anteriormente. (4, 14)

F. CAUSA DE FALLA RESPIRATORIA E INDICACIONES PARA VENTILACIÓN

Aunque pueden haber múltiples razones para empezar la ventilación asistida en neonatos, la causa más común es el fallo respiratorio. En cualquier paciente neonato, esta condición puede tomar una de dos formas. La primera es la apnea, una condición en la que la ventilación mecánica es necesaria porque el paciente no respira. Los pulmones pueden ser normales, y la etiología se relaciona a menudo al mando de respiración por el sistema nervioso central. Los ejemplos son apnea del prematuro, la hemorragia intracraneal, y dosis excesiva de droga.

En la segunda forma de fallo respiratorio, el mecanismo de intercambio de gas pulmonar se ha compensado. La etiología es a menudo una enfermedad pulmonar primaria o una enfermedad de la vía aérea (e.j., el síndrome de distress respiratorio). En estos casos, las alteraciones fisiológicas en el intercambio de gases causarán acidosis, hipercapnia, e hipoxemia y exigirán la ayuda mecánica para prevenir el daño órganos o muerte.(3)

La constelación clásica de hallazgos en el fallo respiratorio es un levantamiento agudo en arterial PaCO_2 , y un descenso en el pH. La hipoxemia por sí misma no indica fallo respiratorio en casos como cianosis y enfermedad congénita del corazón. El fallo respiratorio puede ser causado por fallo multiorgánico, alteraciones del sistema nervioso central y los pulmones. Cuando los pulmones son principalmente responsables, sin embargo, es importante hacer una distinción simplista entre dos tipos de enfermedad pulmonar: las atelectasias y la enfermedad obstructiva.(8)

Las atelectasias son caracterizadas por volumen pulmonar disminuido y capacidad residual funcional disminuida (FRC). Los ejemplos son síndrome de distrés respiratorio (SDR) y neumonía. La enfermedad pulmonar obstructiva es caracterizada por volúmenes pulmonares aumentados y FRC aumentados como visto en síndromes de aspiración y displasia broncopulmonar. Hay muchas condiciones pulmonares en las que ambos tipos de patología existen, por ejemplo, Síndrome de distress respiratorio con goteras de aire pulmonar. Sin embargo, aunque la distinción no es absoluta, es

importante hacer este juicio antes de decidir el criterio para la iniciación de ventilación asistida.

Tabla 1-2 CAUSAS DE FALLA RESPIRATORIA

ÁREA DEL PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS
Pulmonar	<p><i>Síndrome de distrés respiratorio (SDR)</i></p> <p><i>Síndrome de aspiración de meconio</i></p> <p><i>Neumonía</i></p> <p><i>Hemorragia pulmonar</i></p> <p><i>Edema pulmonar</i></p> <p><i>Síndrome de Wilson-Mikity</i></p> <p><i>Displasia Broncopulmonar</i></p> <p><i>Insuficiencia pulmonar del prematuro</i></p> <p><i>Neumotórax</i></p> <p><i>Tumor</i></p> <p><i>Hernia de Diafragma</i></p> <p><i>Quilotórax</i></p> <p><i>Malformaciones congénitas</i></p>
Vía aérea	<p><i>Laringomalacia</i></p> <p><i>Atresia de Coanas</i></p> <p><i>El síndrome de Robyn Pierre</i></p> <p><i>Micrognatia</i></p> <p><i>Tumor Nasofaríngeo</i></p> <p><i>Estenosis Subglótica</i></p>
Anormalidades de Músculos de la Respiración	<p><i>Parálisis del nervio frénico</i></p> <p><i>Lesión de la médula espinal</i></p> <p><i>Miastenia gravis</i></p> <p><i>Síndrome de Werdning-Hoffman</i></p>
Problemas centrales	<p><i>Apnea del prematuro</i></p> <p><i>Drogas: morfina, magnesio, sulfato, mepivacaina,</i></p>

	<i>meperidina.</i> <i>Asfixia primaria</i> <i>Encefalopatía hipóxica</i> <i>Hemorragia Intracraneal</i> <i>Sueño REM</i>
Otros	<i>Insuficiencia Cardíaca Congestiva</i> <i>Ductus Arterioso Persistente</i> <i>Postoperatorio</i> <i>Tétanos Neonatal</i> <i>Extremadamente prematuro</i> <i>Shock</i> <i>Sepsis</i> <i>Hipoglicemia</i> <i>Anormalidades electrolíticas</i> <i>Desequilibrio ácido-base</i> <i>Botulismo infantil</i>

El diagnóstico de fallo respiratorio puede ser hecho por manifestaciones clínicas y el análisis de gases en sangre. Clínicamente, el médico debe buscar las siguientes señales:

- 1. Aumento de la frecuencia respiratoria.*
- 2. Disminución de la frecuencia respiratoria acompañada de aumento del esfuerzo respiratorio o retracciones intercostales crecientes.*
- 3. Apnea prolongada con cianosis, bradicardia o ambos.*
- 4. Cianosis que no revierte aun con oxígeno.*
- 5. Hipotensión, palidez, perfusión periférica disminuida.*
- 6. Taquicardia (llevando a bradicardia).*
- 7. Respiraciones periódicas con pausas respiratorias prolongadas.*
- 8. Uso de músculos respiratorios accesorios.*

La Escala de Downes también ha sido útil evaluando distrés respiratorio. Una cuenta de 6 puntos o más indica falla respiratoria inminente.(4)

El análisis de gas en sangre también puede usarse para identificar a candidatos para la ventilación asistida. En la actualidad la mayoría empieza la ventilación mecánica cuando los infantes no pueden mantener una PAO₂ de menos de 50 torr a 60 % de oxígeno. Un nivel de 60 por ciento de FIO₂ es escogido por dos razones. Primero, la toxicidad de oxígeno a los pulmones aumenta con la concentración de oxígeno inspirado. Segundo, en la mayoría de los infantes con fallas respiratorias, intrapulmonares e intracardiacos los cortocircuitos de derecha -a- izquierda son las causas de hipoxia. (5)

Deben tomarse decisiones para instituir ventilación asistida después de pesar la proporción riesgo-beneficio, en lugar de la adhesión estricta al criterio de gases en sangre. Incluso con los gases de sangre casi normales, ciertas condiciones pueden hacer necesario el apoyo de la ventilación. Una tendencia a deterioración puede indicar la necesidad de asistencia respiratoria aunque la hipercapnia severa y acidosis no estén presentes todavía. Además, episodios repetidos de apnea prolongada y asociados con bradicardia y/o cianosis debe tratarse con ventilación asistida. Pueden ponerse neonatos en ventilación mecánica tempranamente en el curso de atelectasias progresivas para reducir el trabajo de respiración y, teóricamente, conservar surfactante para la estabilización alveolar.(3)

G. COMPLICACIONES DE LA VENTILACION MECANICA:

CONCENTRACIÓN DE OXIGENO (FIO₂)

La toxicidad de oxígeno es un problema clínico importante en neonatos. El Oxígeno no es una “droga benigna,” y en concentraciones altas puede tener efectos deletéreos. Las dos complicaciones principales de la toxicidad de oxígeno son:

(1) Retina: se daña en infantes prematuros (fibroplasia retrolental) y se asocia con una alta presión de oxígeno (mayor de 90 torr) en sangre arterial y

(2) La enfermedad pulmonar crónica: como Displasia Broncopulmonar (BPD) asociada con la concentración de oxígeno inspirado alto y / o prolongada exposición a oxígeno. Supervisar exactamente la concentración de oxígeno inspirado y la tensión de oxígeno arterial (PAO₂) es obligatorio en neonatos que requieren la terapia de oxígeno. (1)

Es indispensable que la concentración del oxígeno entregada al neonato sea verificada periódicamente, así como los análisis de gases arteriales en sangre, sobre todo antes de comenzar la terapia ventilatoria.

La mortalidad y morbilidad de neonatos que requieren ventilación asistida para las enfermedades primarias del pulmón han disminuido dramáticamente durante los últimos 15 años. La primera serie mayor informó a sólo un sobreviviente de 18 neonatos afectados, aunque en una segunda serie 7 de 20 bebés sobrevivieron. En los Estados Unidos, una serie grande de 196 infantes (tratados de 1962 a 1969) mostró sólo un 33 por ciento de supervivencia. En una revisión grande en unidades de cuidado intensivo por Swyer en 1979, encontró una media de supervivencia de 39 por ciento, para los neonatos con fallo respiratorio y síndrome de distrés respiratorio que requirieron ventilación mecánica. (1)

Hoy en la mayoría de los Centros hospitalarios nivel 3, las causas mayores de muerte en neonatos ventilados son la hemorragia intraventricular y la sepsis, en lugar del fallo respiratorio. El resultado depende obviamente de muchas características del paciente y su enfermedad. El bajo peso al nacer y la menor edad gestacional, aumentan la mortalidad. La ventilación mecánica para una apnea del prematuro tendrá un mejor resultado que para la apnea secundaria a una hemorragia intraventricular grado IV. (1)

Los recientes informes de sobrevivientes de ventilación mecánica y neonatos con muy bajo peso al nacer han demostrado menos anormalidades neurológicas. En la revisión de Johnson de 55 infantes que sobrevivieron al fallo respiratorio con la ayuda de

ventilación asistida, más del 80 por ciento era normal. En el grupo de seguimiento de Kamper, sólo el 10 por ciento estaban severamente minusválidos (impedidos). Los resultados para los infantes pretérmino es aun más alentador. Por lo menos dos de las terceras partes de todos los infantes de 28 semanas de gestación sobreviven; menos del 20 por ciento tienen minusvalías permanentes (aproximadamente la mitad de éstos serán minusválidos). (11)

Las complicaciones de la ventilación mecánica son desgraciadamente muy frecuentes. Es necesario resaltar que la necesidad de ventilación mecánica inmediatamente determina el que un niño tiene una enfermedad severa. Cuando un niño sufre deterioro súbito durante la ventilación mecánica debe ser examinado cuidadosamente. Los lactantes que sobreviven a la primera semana de enfermedad pueden volverse dependientes del respirador y del oxígeno.

La principal complicación pulmonar de tipo crónico derivada del tratamiento con oxígeno es la Broncodisplasia Pulmonar, la cual ocurre en un 10 a 15 % de los niños ventilados y se piensa que es debida al menos en parte a la presión respiratoria alta y al oxígeno inspirado.

Este trastorno se presenta únicamente en las unidades de cuidado intensivo neonatal . La insuficiencia pulmonar persistente después de la aparente mejoría del Síndrome de Distress Respiratorio aumenta la posibilidad de presentar broncodisplasia pulmonar. Los niños con frecuencia dejan de crecer, permanecen hipóxicos con un FIO2 al 21 %, presentan periodos de apnea y a menudo requieren de ventilación continua o intermitente durante semanas o meses.

(1).

Clasificación de la Displasia Broncopulmonar:

Se han definido cuatro estadios distintos que son progresivos.

Estadio I: Inicialmente las radiografías no se pueden distinguir de una enfermedad de membrana hialina severa.

Estadio II: Cuatro a diez días después los pulmones aparecen mas condensados.

Estadio III: De diez a veinte días después aparecen numerosas áreas quísticas de tamaño variable.

Estadio IV: Existe enfisema generalizado con condensaciones de aspecto arborescente o áreas de atelectasia. El corazón puede estar aumentado de tamaño, y eventualmente se puede desarrollar cor pulmonale.

La fibroplasia Retrolental o retinopatía de la prematuridad fue identificada por primera vez en 1941 por Terry. (2) Con el aumento en la utilización del oxígeno después de la segunda Guerra Mundial y su uso liberal en incubadoras cerradas aumentó su incidencia.

Se estima que alrededor del 25 % de los recién nacidos tratados con oxígeno están afectados.

Los signos más precoces de fibroplasia retrolental aguda son vasoconstricción y obliteración vascular de la retina durante el periodo en que el niño está recibiendo oxígeno en exceso.

Las complicaciones de ventilación mecánica a corto plazo incluyen existencia de aire ectópico (neumotórax o enfisema intersticial) y ocurre en aproximadamente el 25 % de los niños que requieren ventilación mecánica. Asimismo se asocian complicaciones infecciosas especialmente la neumonía o la bronconeumonía.

VI. MATERIALES Y METODOS

A. Metodología:

1. Tipo de estudio:

Estudio descriptivo, prospectivo, longitudinal

2. Sujetos de estudio: *Recién nacidos que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos de neonatología del Hospital General San Juan de Dios, y que estuvieron bajo terapia ventilatoria.*

3. Población o muestra de estudio: *se estudiaron a todos los recién nacidos que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos de neonatología (UCIN), y que estuvieron en terapia ventilatoria durante los meses de mayo y Junio del año 2002.*

CALCULO DE LA MUESTRA:

Tamaño Muestral para una proporción simple

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula generada por EPI INFO 6. (cálculo de muestra).

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P(1 - P)}{d^2 (N - 1) + Z^2 \cdot P(1 - P)}$$

Donde:

$N =$ Total de la población (1,172)

$Z =$ Nivel de confianza 95 % (1.96)

$d =$ Nivel de precisión deseado : 10

$P =$ Proporción o prevalencia: 24 %

$$n = \frac{(1172) (3.8416) 24 (1 - 24)}{(0.004) (1172 - 1) + (3.8416) 24 (1 - 24)}$$

Utilizando la fórmula de epi Info 6 el tamaño de la muestra es 67 pacientes.

4. Criterios de inclusión:

- Recién nacidos que estuvieron o que se les proveo de terapia ventilatoria en la unidad de cuidados intensivos de neonatología del HGSJD.

5. Criterios de exclusión:

- Recién nacidos a los que por alguna razón no fue posible obtener la información necesaria en la boleta de recolección de datos.

6. Ejecución de la Investigación:

El estudio se llevó a cabo en la unidad de cuidados intensivos de neonatología del Hospital General San Juan de Dios, durante los meses de Mayo y Junio del año 2002. Se visitó todos los días dicha unidad con el propósito de identificar a los pacientes que se encontraban bajo terapia ventilatoria.

Luego se revisaron los expedientes de los pacientes y se obtuvo la información necesaria para llenar las boletas de recolección de datos.

Al mismo tiempo se revisaron los expedientes de los pacientes con el fin de determinar si se presentaron complicaciones durante el tratamiento con terapia ventilatoria, y que tipo de complicación.

Todos los datos obtenidos fueron colocados en la boleta de recolección de datos.

7. *Presentación de Resultados:*

Posteriormente se procedio a tabular los datos obtenidos de las boletas, y los resultados se presentaron por medio de cuadros.

8. *Aspectos Eticos:*

El presente trabajo se realizó con el objetivo de obtener datos y utilizarlos únicamente con fines científicos, de manera que en ningún momento se expuso al paciente a modificaciones en el tratamiento sin la autorización del jefe del servicio o el residente responsable.

Como en cualquier trabajo descriptivo únicamente se revisaron los expedientes de los pacientes para obtener los datos necesarios para llenar la boleta de recolección de datos, sin realizar intervención alguna y sin exponer la vida de los pacientes.

B. VARIABLES

<i>Nombre de la variable</i>	<i>Definición Conceptual</i>	<i>Definición Operacional</i>	<i>Tipo de variable</i>	<i>Escala de medición</i>
<i>Insuficiencia Respiratoria</i>	<i>Incapacidad para mantener un intercambio adecuado de oxígeno y dióxido de carbono en los pulmones.</i>	<i>El diagnóstico de insuficiencia respiratoria se hizo por alteraciones en los gases arteriales y por criterios clínicos como retracciones o tiraje intercostal, cianosis, aumento de la necesidad de O₂</i>	<i>Cualitativa Nominal</i>	<i>Insuficiencia respiratoria presente Si - no</i>
<i>Retracciones intercostales</i>	<i>Hundimiento de los tejidos blandos del tórax entre el cartílago y los huesos de las costillas.</i>	<i>La presencia de retracciones intercostales se evaluó observando el tórax del paciente en busca de hundimiento de los tejidos blandos.</i>	<i>Cualitativa Nominal</i>	<i>Retracciones intercostales Presentes – ausentes</i>
<i>Quejido espiratorio</i>	<i>Sonido respiratorio anómalo, que por lo general se ausculta durante la espiración.</i>	<i>Se evaluó auscultando el tórax del paciente en busca de quejido espiratorio.</i>	<i>Cualitativa Nominal</i>	<i>Quejido espiratorio: no audible Audible con estetoscopio Audible sin estetoscopio</i>
<i>Frecuencia respiratoria</i>	<i>Número de respiraciones en reposo durante un minuto que en condiciones normales es de 40 a 60 por minuto en el recién nacido.</i>	<i>La frecuencia respiratoria se obtuvo a partir de contar cuantas veces el recién nacido expande el tórax durante un minuto.</i>	<i>Cuantitativa Numérica por intervalos</i>	<i>40 a 60 x ' 61 a 80 x ' mayor 81 x '</i>
<i>Cianosis</i>	<i>Coloración</i>	<i>Se evaluó al</i>	<i>Cualitativa</i>	<i>Hay cianosis</i>

	<i>azulada de la piel y las membranas mucosas debida a exceso de hemoglobina no oxigenada en la sangre.</i>	<i>recién nacido en busca de cambios de coloración en las mucosas y piel.</i>	<i>Nominal</i>	<i>Si – no</i>
<i>Entrada de aire axilar</i>	<i>Sonido respiratorio que se ausculta con el estetoscopio en la periferia pulmonar.</i>	<i>La entrada de aire se evaluó por medio de un estetoscopio a nivel axilar.</i>	<i>Cualitativa Nominal</i>	<i>Entrada de aire axilar Normal Disminuida Ausente</i>
<i>Hipoxemia</i>	<i>Déficit anormal de oxígeno en la sangre arterial.</i>	<i>Se midió por medio de un saturador de oxígeno.</i>	<i>Cuantitativa Numérica</i>	<i>Saturación de oxígeno menor de 80 %</i>
<i>PaCO2</i>	<i>Presión parcial de dióxido de carbono en la sangre arterial</i>	<i>La presión parcial de CO2 se evaluó por medio de la gasometría arterial</i>	<i>Cuantitativa Numérica</i>	<i>Aumento de la PaCO2 arriba de 60 mm Hg</i>
<i>PaO2</i>	<i>Presión parcial de oxígeno en la sangre arterial</i>	<i>La PaO2 se midió por medio de gasometría arterial</i>	<i>Cuantitativa Numérica</i>	<i>Disminución de la PaO2 por debajo de 50 mm Hg</i>
<i>Barotrauma</i>	<i>Extravasación extrapulmonar de aire admitido en el espacio pleural por una rotura en el pulmón o por un agujero en la pared torácica.</i>	<i>El barotrauma se evaluó por la presencia de neumotórax o neumomediastin o que se diagnosticó por radiografía de Tórax</i>	<i>Cualitativa Nominal</i>	<i>Neumotórax Neumomediastino</i>
<i>Neumonía Nosocomial</i>	<i>Proceso pulmonar de etiología infecciosa que se adquiere a partir de microorganismo s no considerados patógenos habituales y que se adquieren</i>	<i>La neumonía se diagnosticó a partir de criterios clínicos, leucocitosis, por radiografía de tórax, o por medio de cultivos que se tomaron de aspirados</i>	<i>Cualitativa Nominal</i>	<i>Hubo neumonía si – no</i>

	<i>dentro del hospital</i>	<i>traqueales.</i>		
<i>Displasia Bronco pulmonar</i>	<i>Disfunción pulmonar crónica persistente con dependencia de oxígeno, reducida complacencia pulmonar y elevada frecuencia respiratoria.</i>	<i>Neonatos que presentaron después de ser extubados hipoxia en aire ambiental (FIO2 al 21 %) y por radiografía de tórax</i>	<i>Cualitativa Nominal</i>	<i>Hubo BDP Si – no</i>
<i>Hemorragia pulmonar</i>	<i>Extravasación de hematíes en los alveolos o tabiques alveolares.</i>	<i>El diagnóstico se hizo en base a los criterios clínicos como expectoración o regurgitación por la boca y/o nariz de material sanguinolento o presencia de la misma en el tubo endotraqueal.</i>	<i>Cualitativa Nominal</i>	<i>Hubo hemorragia pulmonar Si – no</i>
<i>Pertinencia</i>	<i>Dícese de algo que es o se hace conveniente u oportunamente</i>	<i>La pertinencia de la terapia ventilatoria se midió en base a la escala de Downes (6 puntos o más) y por gasometría arterial.</i>	<i>Cualitativa nominal</i>	<i>Fue pertinente la terapia ventilatoria si – no</i>

Cuadro 1
“Pertinencia del tratamiento con terapia ventilatoria en recién nacidos que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos de neonatología, HGSJDD, durante Mayo y Junio del 2002”.

<i>Pertinente</i>	<i>Sí</i>		<i>No</i>	
	<i># pacientes</i>	<i>%</i>	<i># pacientes</i>	<i>%</i>
<i>Por Escala de Downes</i>	43	64	8	12
<i>Por Gasometría Arterial</i>	9	13.5		
<i>Por ambos</i>	7	10.5		
<i>Total</i>	59	88	8	12

Fuente: Datos obtenidos de la boleta de recolección de datos.

Cuadro 2

“Principales diagnósticos de ingreso de pacientes que fueron sometidos a terapia ventilatoria, en la unidad de cuidados intensivos de neonatología, HGSJDD, durante Mayo y Junio del 2002.”

<i>Diagnóstico</i>	<i># casos</i>	<i>%</i>
<i>Prematurez</i>	<i>33</i>	<i>49</i>
<i>Neumonía Neonatal</i>	<i>44</i>	<i>65</i>
<i>Enfermedad de Membrana Hialina</i>	<i>28</i>	<i>42</i>
<i>Síndrome de Aspiración de Mecónio</i>	<i>5</i>	<i>7.4</i>
<i>Enterocolitis Necrozante</i>	<i>3</i>	<i>4.4</i>
<i>Sepsis</i>	<i>12</i>	<i>18</i>
<i>Asfixia Perinatal</i>	<i>5</i>	<i>7.4</i>
<i>Mala Adaptación Pulmonar</i>	<i>4</i>	<i>6</i>
<i>Otros (cardiopatías, hemorragia intraventricular, atresía intestinal, etc.)</i>	<i>15</i>	<i>22.3</i>
<i>Síndrome de Distrés Respiratorio</i>	<i>57</i>	<i>85</i>

Fuente: datos obtenidos de la boleta de recolección de datos.

Cuadro 3

“Complicaciones que se presentaron en pacientes que fueron sometidos a terapia ventilatoria en la unidad de cuidados intensivos de neonatología, HGSJDD, durante Mayo y Junio del 2002.”

<i>Complicación</i>	<i># pacientes</i>	<i>%</i>
<i>Barotrauma (neumotórax, neumomediastino)</i>	<i>21</i>	<i>31.3</i>
<i>Neumonía Nosocomial</i>	<i>22</i>	<i>32.8</i>
<i>Hemorragia Pulmonar</i>	<i>5</i>	<i>7.4</i>
<i>Broncodisplasia Pulmonar</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Mortalidad</i>	<i>39</i>	<i>58.2</i>

Fuente: Datos obtenidos de la boleta de recolección de datos.

Cuadro 4

“Microorganismos aislados en los cultivos de aspirados traqueales de pacientes que fueron diagnosticados con Neumonía Nosocomial durante el tratamiento con terapia ventilatoria en la unidad de cuidados intensivos de neonatología, HGSJDD, durante Mayo y Junio del 2002.”

<i>Microorganismo</i>	<i># casos</i>	<i>%</i>
<i>Alcaligenes Xilosoxidans</i>	<i>11</i>	<i>35.5</i>
<i>Enterobacter Cloacae</i>	<i>5</i>	<i>16.1</i>
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	<i>5</i>	<i>16.1</i>
<i>Klebsiella Pneumoniae</i>	<i>4</i>	<i>13</i>
<i>Acinetobacter Baumanii</i>	<i>2</i>	<i>6.5</i>
<i>Pasterella aurogenes</i>	<i>1</i>	<i>3.2</i>
<i>Escherichia Coli</i>	<i>1</i>	<i>3.2</i>
<i>Staphylococcus Epidermidis</i>	<i>1</i>	<i>3.2</i>
<i>Providencia Rustigianii</i>	<i>1</i>	<i>3.2</i>
<i>Total</i>	<i>31</i>	<i>100</i>

Fuente: Datos obtenidos de la boleta de recolección de datos.

Cuadro 5:

“ Tiempo promedio que duró el tratamiento con terapia ventilatoria en pacientes de la unidad de cuidados intensivos de neonatología, HGSJDD, durante Mayo y Junio del 2002”.

<i>Tiempo que duró la terapia ventilatoria</i>	<i># pacientes</i>	<i>%</i>
<i>Menor de 24 horas</i>	<i>6</i>	<i>9</i>
<i>De 1 a 2 días</i>	<i>19</i>	<i>28.3</i>
<i>De 3 a 4 días</i>	<i>17</i>	<i>25.3</i>
<i>De 5 a 6 días</i>	<i>9</i>	<i>13.4</i>
<i>De 7 a 8 días</i>	<i>10</i>	<i>15</i>
<i>De 9 a 10 días</i>	<i>1</i>	<i>1.5</i>
<i>De 11 a 12 días</i>	<i>3</i>	<i>4.5</i>
<i>Mayor de 13 días</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Total</i>	<i>67</i>	<i>100</i>

Fuente: Datos obtenidos de la boleta de recolección de datos.

VIII. ANALISIS Y DISCUCION DE RESULTADOS

Con respecto a la pertinencia de la terapia ventilatoria en el 88 % de los casos fue adecuada la indicación para iniciar la terapia ventilatoria, de ese porcentaje el 64 % se realizó por Escala de Downes, el 13.5 % por gasometría arterial, y el 7 % por ambos criterios (gasometría arterial y escala de Downes).

Debido a que la escala de Downes es fiable como predictor de fallo ventilatorio (6 puntos o más indica fallo respiratorio inminente) es el indicador que con mayor frecuencia se utiliza para decidir iniciar o no terapia ventilatoria en un paciente recién nacido con distrés respiratorio. Asimismo cuando un neonato debuta con distrés respiratorio en la mayoría de casos no es posible contar con el resultado de gasometría arterial inmediatamente.

Del total se encontró que el 12 % de los casos no fue pertinente la terapia ventilatoria ni por criterios clínicos, ni por criterios de laboratorio. Ello se debe principalmente que algunos de éstos neonatos fueron referidos de diferentes hospitales nacionales del país ya con ventilación manual, en algunos casos en la hoja de referencia no se mencionaba la indicación por la cual iniciaron terapia ventilatoria, ni se incluía el puntaje de la escala de Downes y no les habían realizado gases arteriales por lo cual se tomaron como no pertinentes. Cabe mencionar también que en algunos casos los médicos del intensivo iniciaron la terapia ventilatoria sin que el paciente contara con criterios clínicos o de laboratorio para fallo respiratorio ya que la terapia ventilatoria únicamente sirvió para apoyo en el tratamiento de los pacientes (por ejemplo pacientes con patologías cardíacas asociadas, sepsis, prematurez, etc.). En otros casos en los cuales los pacientes habían presentado paro cardiorrespiratorio, apnea secundaria, o no tenían patrón respiratorio propio o este iba en deterioro fue necesaria la terapia ventilatoria pues los pacientes no respiraban. (5)

Entre los principales diagnósticos de ingreso de los pacientes a intensivo de neonatos encontramos con un 85 % al síndrome de distrés respiratorio, entre las causas del mismo el 65 % por neumonía neonatal, 42% por Enfermedad de membrana hialina, 7 % por Síndrome de aspiración de meconio y 6 % por Mala adaptación pulmonar. Cabe resaltar que en algunos casos los pacientes presentaban hasta dos de estas patologías a la vez.

La prematurez se encontró en un 49 % de los casos. Debe compararse el porcentaje de pacientes con Enfermedad de membrana hialina (46 %) y el porcentaje de pacientes con prematurez (49 %). La prematurez (neonatos nacidos antes de la 36 semanas de gestación) y la Enfermedad de membrana hialina están fuertemente asociados, pues es hasta la 34 semanas de gestación que los neumocitos tipo II del feto inician a producir surfactante, el cual evita que los alveolos pulmonares colapsen. (1)

Entre otros diagnósticos de ingreso de pacientes encontramos: la sepsis en un 18 %, la asfixia perinatal con un 7.4 %, y la enterocolitis necrozante con un 4.4 %. Aunque estas no son enfermedades de origen pulmonar la ventilación mecánica en estos pacientes fue necesaria para tratamiento de soporte.

Dentro de las complicaciones que se presentaron por el uso de ventiladores mecánicos encontramos el barotrauma con un 31.3 %. En comparación con la

literatura se reporta que el 25 % de los recién nacidos tratados con terapia ventilatoria presentan barotrauma. (1)

Dicha complicación se dio principalmente en neonatos que requirieron de parámetros ventilatorios altos (por ejemplo pacientes con Síndrome de aspiración de meconio o con Hipertensión pulmonar persistente).

El 32.8 % de los pacientes presentaron neumonía nosocomial como complicación del uso del ventilador. En comparación con reportes de años anteriores (93 % de los neonatos que recibieron terapia ventilatoria en el año 2000 presentaron neumonía nosocomial) se ha observado la tendencia a la disminución de dicha patología en el intensivo de neonatos del Hospital San Juan de Dios debido a medidas preventivas que han ido implementando como lo es el lavado de manos antes y después de tocar a un paciente, así como el uso de sistemas cerrados que se ajustan al ventilador para aspirar las secreciones traqueales de los pacientes con terapia ventilatoria, con lo que se evita la excesiva manipulación del tubo endotraqueal, vía por la cual pueden ingresar los microorganismos al sistema respiratorio.

La hemorragia pulmonar se presentó en el 7.4 % de los pacientes con terapia ventilatoria.

Una predisponente a la hemorragia pulmonar fue que algunos pacientes presentaron sepsis y coagulación intravascular diseminada por lo que los factores de la coagulación de estos pacientes estaban disminuidos con lo que aumentó el riesgo de hemorragia.

La literatura internacional reporta que del 10 al 15 % de los recién nacidos tratados con terapia ventilatoria presentan broncodisplasia pulmonar. En el intensivo de neonatos del Hospital San Juan de Dios no se reportó ningún caso de Broncodisplasia pulmonar.

En cuanto a la mortalidad, el 58.2 % de los pacientes ventilados durante los meses de mayo y junio fallecieron. Entre las causas más frecuentes de muerte se encontró la Coagulación intravascular diseminada, la sepsis, el Choque Séptico, aunque no en todos los casos, la neumonía nosocomial pudo haber contribuido en parte al desarrollo de sepsis y posteriormente conducir a Choque séptico, pues en otros se originó de otro foco de infección. Otro aspecto es que en un 49 % de los niños que ingresaron a la unidad eran prematuros, como es sabido el sistema inmune de los recién nacidos prematuros no es el óptimo por lo que en ellos se aumentó el riesgo de mortalidad. (3)

*De los microorganismos que se aislaron en los cultivos de aspirados traqueales de pacientes con ventilación mecánica *Alcaligenes Xilosoxidans* se presentó en un 35.5 % de los casos, *Enterobacter Cloacae* 16.1 %, *Pseudomona aeruginosa* 16.1 %, *Klebsiella pneumoniae* con 13 %, *Acinetobacter Baumannii* 6.5 %, *Pasterella aurogenes*, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Epidermidis* y *Providencia Rustigianii* se presentaron con un 3.2 % cada uno.*

*Debe de tomarse en cuenta que en años anteriores los gérmenes aislados en pacientes con neumonía nosocomial eran principalmente: *Escherichia Coli*, *Pseudomona aeruginosa* y *Klebsiella Pneumoniae*, actualmente es *Alcaligenes Xilosoxidans* el*

microorganismo más encontrado en los aspirados de pacientes con neumonía nosocomial. (5)

Cabe destacar que en algunos de los pacientes se aisló más de un microorganismo en los aspirados traqueales.

Algunos de estos microorganismos pueden ser eliminados con medidas higiénicas adecuadas como lo es la Escherichia Coli, aunque su incidencia no es tan elevada como el resto de microorganismos aislados, pues se encontró únicamente un caso.

El tiempo promedio durante el cual los neonatos fueron sometidos a terapia ventilatoria fue de 9 % menor de 24 horas; 28.3 % de 1 a 2 días; 25.3 % de 3 a 4 días; 13.4 % de 5 a 6 días; 15 % de 7 a 8 días; 1.5 % de 9 a 10 días; 4.5 % de 11 a 12 días; 3 % mayor de 13 días.

Los neonatos que estan menos tiempo con terapia ventilatoria, son quienes mejor pronóstico tienen pues corren menos riesgo de infecciones, barotrauma, edema traqueal y son menos dependientes del ventilador .

A mayor tiempo de terapia ventilatoria en un recién nacido mayor es el riesgo de complicaciones.

Además, el tiempo que se ventile a un neonato va a variar dependiendo de la patología por la cual se inició la terapia ventilatoria, la edad gestacional, patologías asociadas, uso de surfactante.

IX. CONCLUSIONES

1. *En el 88 % de los casos de neonatos de intensivo la terapia ventilatoria fue pertinente, aunque en la mayoría de ellos se tomó la decisión de iniciar terapia ventilatoria por criterios clínicos únicamente, la gasometría arterial fue útil en recién nacidos que presentaban escala de Downes menor de 6 puntos.*
2. *En los casos en que la terapia ventilatoria no fue pertinente (12 %) por no cumplir los criterios clínicos ni de laboratorio, la terapia ventilatoria se inició después de que se presentó paro cardiorrespiratorio, apnea secundaria, neonatos que al nacer no presentaron patrón respiratorio o que después del nacimiento el patrón respiratorio se fue deteriorando.*
3. *Con la utilización de la Escala de Downes el médico puede evaluar si hay indicación de iniciar terapia ventilatoria en un neonato que presentará fallo respiratorio (escala de 6 puntos o más indica fallo respiratorio inminente), aunque en ese momento no cuente con resultados de exámenes de laboratorio.*
4. *El 85 % de los pacientes ingresados a la unidad de intensivos presentaron Síndrome de Distrés respiratorio secundario a enfermedad de membrana hialina, neumonía neonatal y síndrome de aspiración de meconio principalmente.*
5. *La principal complicación por el uso de ventiladores mecánicos es la neumonía nosocomial, seguida de el barotrauma y la hemorragia pulmonar.*
6. *El uso de parámetros ventilatorios bajos y baja concentración de oxígeno inspirado evitó complicaciones por intoxicación de oxígeno como lo es la broncodisplasia Pulmonar. (5)*
7. *Entre las causas de mortalidad en neonatos de intensivo no figura en primer plano las patologías pulmonares (enfermedad de membrana hialina, neumonía neonatal, síndrome de aspiración de meconio, mala adaptación pulmonar) , sino por complicaciones de origen infeccioso o por fallo orgánico multisistémico*
8. *El pronóstico del paciente depende en parte del tiempo durante el cual haya durado la ventilación mecánica, pues a menor tiempo de uso del ventilador el paciente presenta menor riesgo de complicaciones.*

X. RECOMENDACIONES

- 1. Los médicos de la unidad de cuidados intensivos de neonatología deben de valorar el riesgo - beneficio de iniciar el tratamiento con terapia ventilatoria en recién nacidos y no apegarse estrictamente a parámetros de laboratorio.*
- 2. La unidad de cuidados intensivos de neonatología debería de contar con una máquina para procesar muestras para gasometría arterial en esa área, ya que para iniciar con terapia ventilatoria en un recién nacido deben de tomarse en cuenta los resultados de la gasometría arterial, y muchas veces el resultado no se puede obtener inmediatamente por la ubicación de esta unidad y la ubicación del laboratorio clínico.*
- 3. Los médicos que refieren pacientes recién nacidos de Hospitales nacionales ya con ventilación mecánica deberían de exponer en la hoja de referencia los parámetros que utilizaron para iniciar terapia ventilatoria en dichos pacientes.*
- 4. Se deben de utilizar los parámetros ventilatorios mínimos en pacientes recién nacidos para disminuir el riesgo de complicaciones por el uso de ventiladores mecánicos (barotrauma, broncodisplasia pulmonar, hemorragia pulmonar).*
- 5. Debe de continuarse con las medidas higiénicas establecidas en la unidad de cuidados intensivos de neonatología para disminuir los casos de infecciones nosocomiales en pacientes que ingresen a esta unidad.*
- 6. Aunque no es parte de este estudio es recomendable dar educación a la madres durante el período de gestación para que lleven control prenatal y de esa manera disminuir la incidencia de partos pretérmino y con ello disminuir el índice de prematurez.*

XI. RESUMEN

En este estudio se evaluó la pertinencia de la terapia ventilatoria en neonatos de la unidad de cuidados intensivos del Hospital General San Juan de Dios, durante los meses de mayo y junio del 2002. La muestra fue de 67 pacientes que recibieron terapia ventilatoria.

Para medir la pertinencia de la terapia ventilatoria se utilizó la Escala de Downes para distrés respiratorio y valores de gasometría arterial (en busca de hipoxia, hipercapnia y acidosis).

De los 67 pacientes, en el 88 % de ellos la terapia ventilatoria fue pertinente. 64 % fue por Escala de Downes, 13.5 % por gasometría arterial y 10.5 % por Escala y por gasometría. El 12 % restante no cumplían con criterios clínicos (escala de Downes mayor de 6 puntos) ni con criterios de laboratorio (hipoxia, hipercapnia, y acidosis).

De las complicaciones por terapia ventilatoria el 31.3 % de los pacientes presentaron Barotrauma (neumotórax, neumomediastino); 32.8 % Neumonía nosocomial; 7.4 % Hemorragia pulmonar. No se presentó ningún caso de Displasia broncopulmonar.

Del total de pacientes el 58.2 % de ellos falleció.

Los microorganismos aislados de aspirados traqueales en pacientes con Neumonía nosocomial fueron: 35.5 % Alcalígenes Xilosoxidans; 16.1 % Enterobacter Cloacae; 16.1 % Pseudomona Aeruginosa; 13 % Klebsiella Pneumoniae; 6.5 % Acinetobacter Baumanii; Pasterella Aurogenes, Escherichia Coli, Staphylococcus Epidermidis, Providencia Rustigianii con un 3.2 % cada una.

Con el uso de criterios clínicos y de laboratorio o ambos, puede hacerse una evaluación rápida de que pacientes necesitan de la terapia ventilatoria ya que posteriormente pueden presentar un fallo respiratorio franco.

Se debe de evaluar oportunamente el inicio de la terapia ventilatoria a veces únicamente por criterios clínicos, por lo difícil que es obtener un resultado de gasometría arterial ya que no hay máquina para procesar gases arteriales en el área de recién nacidos.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Avery, M. E. y Taeusch H. W., Enfermedades del Recién Nacido de Schaffer, quinta edición, México, Interamericana, 1989.
2. Behrman, Richard E. et al. , Tratado de Pediatría de Nelson, Décimo quinta edición, México. Mc Graw – Hill Interamericana. 1997. Volumen I. Pgs. 597 – 614.
3. Fanaroff, Avroy A. y Martin Richard J., Neonatal – Perinatal Medicine: Diseases of the fetus and infant, Quinta edición, St. Louis Missouri, Pgs. 820 – 835.
4. Frigoletto, Fredic D. y Little, George A., Guidelines for Perinatal Care, Segunda edición, March of Dimes, American Academy of Pediatría, 1998. 331 pps.
5. Gald Smith y Karotkin, Assisted ventilation of the neonate. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1991.
6. Gomella, Tricia Lacy et al. , Neonatología: Manejo básico, Tercera edición, Buenos Aires Argentina, Panamericana, 1997. 760 pps.
7. Gómez, D. M. et al. , Fundamentos de Medicina. Segunda edición, Medellín, Corporación para las investigaciones biológicas.
8. González de Prada, Eduardo Mazzi y Sandoval M. Oscar, Perinatología: Asistencia Ventilatoria. Bolivia: Mundy Color, 1993. Pgs. 259 – 269.
9. Identifying and Caring for Infants with respiratory distress, En: Complex Newborn Care, Charlottesville, Virginia University of Virginia Medical Center. 1991. Tomo III, Capítulo 10.
10. Merenstein, Gerald B., Handbook of neonatal intensive care: Diseases Respiratory, St. Louis Toronto, The C. V. Mosby, 1995. Pgs. 301 – 323.

11. Pilbeam, Susan P., Mechanical Ventilation: Physiological and Clinical Applications. St. Louis Toronto: Multimedia publishing Inc, 1996.
12. Report of the 100 th Ross Conference on Pediatric Research, Laboratories Columbus, Ohio, 1991.
13. Respiratory Failure, En: Appleton & Lange, Current Pediatric Diagnosis and Treatment, Novena edición, Estados Unidos de América, 1987. 394 pps.
14. Rizzardini P. Mafalda y Menenghello R. Julio, Neonatología II: Problemas respiratorios del Recién Nacido. Buenos Aires, Argentina. Editorial Andrés Bello. Segunda edición, 1989.
15. Thompson, Theodore R., Intensive Care of Newborn Infants: Assisted ventilation of the Newborn infants with respiratory distress syndrome. Mineapolis, Health Sciences, 1993. Pgs. 251- 271.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

"PERTINENCIA DE LAS INDICACIONES DE TERAPIA VENTILATORIA Y SUS COMPLICACIONES"

1. Nombre del paciente: _____

2. No. Historia clínica: _____

3. Fecha de ingreso: _____

4. Presentó el paciente alguno-os de los siguientes signos antes de ser ventilado:

- Tiraje o retracción costal: Si: _____ No: _____

- Cianosis: Con oxígeno al 21 % _____ Con oxígeno al 40 % _____

- Entrada de aire axilar: Disminuida _____ Ausente _____

- Frecuencia Respiratoria:

40 a 60 x ' _____ 61 a 80 x ' _____ > 80 x ' _____

- Quejido Espiratorio: No _____

Sí, con estetoscopio _____ Sí, sin estetoscopio _____

- Saturación de Oxígeno: _____

- pH: _____

- PaCO₂: _____ PaO₂: _____

5. Indicación por la cual se le inicia terapia ventilatoria:

6. Diagnóstico o Impresión Clínica:

7. Tiempo que duró la terapia ventilatoria:

8. *Presentó alguna complicación durante el tratamiento con terapia ventilatoria:*

Si: _____ *No:* _____

Cual? _____

9. *Falleció:*

Si: _____ *No:* _____

ESCALA DE DOWNES PARA DISTRESS RESPIRATORIO

	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Entrada de aire axilar</i>	<i>Normal</i>	<i>Disminuido</i>	<i>Ausente</i>
<i>Quejido espiratorio</i>	<i>No Hay</i>	<i>Sí, con estetoscopio</i>	<i>Sí, sin estetoscopio</i>
<i>Frecuencia Respiratoria</i>	<i>40 a 60 x '</i>	<i>61 a 80 x '</i>	<i>> 80 x '</i>
<i>Color de piel y mucosas</i>	<i>Rosado con FIO2 al 21 %</i>	<i>Cianótico con FIO2 al 21 % Rosado, en cámara de Oxígeno al 40 %</i>	<i>Cianótico en cámara con oxígeno de 40 a 60 %</i>
<i>Tiraje Intercostal</i>	<i>No Hay</i>	<i>Leve, ocasional</i>	<i>Marcado, Persistente</i>

HISTORIA DE LA VENTILACIÓN MECANICA

<i>Año</i>	<i>Acontecimiento</i>
<i>800 A.C.</i>	<i>La cita bíblica de la resurrección</i>
<i>460 a 370 A.C.</i>	<i>Hipócrates describió la función de respirar en “Treatis en el aire”, y tratamiento para la sofocación por intubación de la tráquea.</i>
<i>384 a 322 A.C.</i>	<i>Aristóteles notó que el aire es esencial para la vida.</i>
<i>1493 a 1541 D.C.</i>	<i>Paracelsus usó un fuelle para ayudar a la ventilación en un paciente.</i>
<i>1541 a 1564</i>	<i>Vesalius usó una lengüeta en la tráquea de un animal agonizante, y restauró el latido cardiaco.</i>
<i>1635 a 1703</i>	<i>Hooke notó que era el aire fresco y no el movimiento del tórax, esencial para la vida.</i>
<i>1763</i>	<i>Smellie usó un tubo de metal flexible en la tráquea para soplar el aire en los pulmones.</i>
<i>1775</i>	<i>Hunter usó un fuelle de espiración e inspiración para la ventilación en los animales.</i>
<i>1786</i>	<i>Kite empleó un dispositivo para el fuelle el cual limitaba el volumen, fue considerado importante.</i>
<i>1790</i>	<i>Courtois usó un pistón y un cilindro en lugar de un fuelle para la ventilación.</i>
<i>1796</i>	<i>Fothergill usó un tubo nasal y un fuelle para la ventilación artificial.</i>

1864	<i>Jones patentó uno de los ventiladores de presión negativa más antiguos que se parecía a un baño de vapor.</i>
1876	<i>Woillez diseñó el espirómetro que era similar en funcionamiento al pulmón de hierro.</i>
1860 a 1950	<i>Un dispositivo perfusor de presión negativa fue inventado.</i>
1880	<i>Macewen desarrolló el tubo endotraqueal.</i>
1895	<i>Kirsten desarrolló el autoscopio de visión directa, y Jackson inventó el laringoscopio.</i>
1893	<i>Fell y O'Dwyer usaron una cánula laríngea conectada a un pie, con la que operaron el fuelle para la ventilación durante una cirugía. Matas usó aire comprimido para impulsar el aparato Fell-O'Dwyer durante la cirugía.</i>
1896	<i>Tuffier y Hallion realizaron una resección pulmonar parcial con éxito usando un tubo endotraqueal y una válvula.</i>
1904	<i>Sauerbruch usó la ventilación con presión negativa continua alrededor del cuerpo para sostener la ventilación durante la cirugía.</i>
1905	<i>Brauer usó la presión positiva constante en la vía aérea superior para sostener la ventilación durante la cirugía.</i>
1909	<i>Janeway y Green desarrollaron un ventilador de presión positiva intermitente para el uso quirúrgico.</i>
1909	<i>Meltzer y Auer diseñaron un aparato que usaba una cánula traqueal y una fuente de aire comprimido.</i>
1928	<i>Drinker y Shaw diseñaron un ventilador de presión negativa conocido como el pulmón de hierro, que se utilizó para el apoyo ventilatorio a largo plazo.</i>
1931	<i>Emerson desarrolló un pulmón férreo similar al Drinker y Shaw que se comercializó ampliamente.</i>
1940	<i>Craford, Frenckner, y Andreason diseñaron un ventilador de presión positiva intermitente (IPPV).</i>
1941 a 1945	<i>Morch diseñó un IPPV.</i>

<i>1951</i>	<i>La epidemia de la polio empezó en Copenhague.</i>
<i>1967</i>	<i>La presión positiva al final de la espiración (PEEP) fue introducida en la ventilación mecánica.</i>
<i>1971</i>	<i>La presión positiva continua de la vía aérea (CPAP) se introdujo para el tratamiento del síndrome de distress respiratorio idiopático (SDR) de recién nacidos.</i>
<i>1972</i>	<i>La ventilación obligatoria intermitente (IMV) fue utilizada como una técnica para destetar a los pacientes que estaban con apoyo ventilatorio.</i>
<i>1980</i>	<i>La ventilación con presión positiva de alta frecuencia (HFPPV), deja ganancias a la literatura como un acercamiento experimental en la ventilación mecánica.</i>

