



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO**

**“EXPERIENCIA DEL USO DE VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA EN LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS DEL HOSPITAL PARA
EL NIÑO POBLANO DURANTE EL PERIODO DE ENERO A DICIEMBRE DE
2013.”**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA DEL ENFERMO PEDIATRICO EN ESTADO CRÍTICO.**

PRESENTA:

M.C MARÍA ISABEL LEÓN RAMÍREZ.

DIRECTOR DE TESIS:

**INTENSIVISTA PEDIATRA. JOSÉ FÉLIX URBINA HERNÁNDEZ.
HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO.**

ASESOR DE TESIS:

**MAESTRA EN CIENCIAS MARICRUZ GUTIERREZ BRITO.
HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO.**

HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, PUEBLA, NOVIEMBRE 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

“EXPERIENCIA DEL USO DE VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS DEL HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO DURANTE EL PERIODO DE ENERO A DICIEMBRE DE 2013.”

PRESENTA:

MC. MARIA ISABEL LEON RAMIREZ

Residente de tercer año de Medicina Critica Pediátrica del Hospital para el Niño Poblano.

ASESOR DE TESIS:

DR. JOSÉ FÉLIX URBINA HERNÁNDEZ

Médico Intensivista Pediatra. Hospital para el Niño Poblano

ASESOR METODOLOGICO:

DRA. MARICRUZ GUTIERREZ BRITO.

Maestra en Ciencias. Epidemiología e Investigación. Hospital para el Niño Poblano.

ÍNDICE

I.	Resumen	4
II.	Introducción	7
III.	Antecedentes (marco teórico)	12
IV.	Planteamiento del problema	40
V.	Justificación	40
VI.	Objetivos	40
VII.	Hipótesis	41
VIII.	Metodología	41
IX.	Definiciones operacionales	43
X.	Implicaciones éticas	46
XI.	Resultados	49
XII.	Discusión	58
XIII.	Conclusión	64
XIV.	Recomendaciones	65
XV.	Anexos	68
XVI.	Bibliografía	69

I. RESUMEN

TÍTULO

“EXPERIENCIA DEL USO DE VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS DEL HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO DURANTE EL PERIODO DE ENERO A DICIEMBRE DE 2013.”

INTRODUCCIÓN

El uso del soporte mecánico ventilatorio es una herramienta de suma importancia cuando de un paciente en estado crítico se trata; si bien, no es por si sola terapéutica, si forma parte primordial del manejo integral; conocer la experiencia que se tiene con esta importante herramienta permitirá identificar áreas de oportunidad para optimizar su empleo y disminuir los riesgos y complicaciones derivadas de su uso. Así mismo será un punto de comparación con las estadísticas de otras unidades de cuidados intensivos.

OBJETIVO

Documentar la experiencia del uso de ventilación mecánica invasiva (VMI) en los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) durante el año 2013, incluyendo ventilación mecánica convencional como alta frecuencia oscilatoria.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio observacional, retrospectivo, de cohorte. Por medio del sistema de archivo electrónico se tuvo acceso a los expedientes de los pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) del Hospital para el Niño Poblano, que cumplieron los criterios de inclusión, durante el período comprendido entre el 1° de Enero al 31 de Diciembre de 2013. Se obtuvieron los diagnósticos, edad, género, días de estancia en UCIP, días de soporte mecánico ventilatorio, modalidad de ventilación, complicaciones asociadas a ventilación mecánica,

condición al egreso (mejoría/defunción), días de estancia hospitalaria, condición al egreso del hospital (mejoría/defunción); datos contenidos en el expediente electrónico de los pacientes incluidos en el estudio.

RESULTADOS

Se obtuvieron 226 ingresos, de los cuales sólo 203 corresponden a pacientes que cumplen con los criterios de inclusión para el presente estudio, lo que corresponde a 89.8% de los ingresos totales a UCIP durante 2013; el 58% corresponden al género masculino, 42% al género femenino, con edad promedio de 4.3 años, el tiempo promedio de estancia en UCIP corresponde a 10.2 días/paciente, con un promedio de 7.2 días de ventilación mecánica por paciente, 76.9% de los pacientes egresaron de UCIP por mejoría, la tasa de mortalidad al egreso de UCIP corresponde a 23.1%, las tres principales indicaciones de uso de ventilación mecánica fueron: a) permitir sedación, analgesia y relajación, b) disminuir el consumo de oxígeno y c) mantener un adecuado intercambio gaseoso.

El uso de ventilación mecánica se asoció a la presencia de complicaciones en un 35.5% de los pacientes, de los cuales 32.5% corresponde a neumonía asociada a ventilación mecánica (NAVM).

El 91% de los pacientes se sometieron a ventilación mecánica convencional, mientras que el 9% restante tuvo también ventilación de alta frecuencia oscilatoria. El tiempo promedio de estancia hospitalaria fue de 22.3 días, con una tasa de mortalidad al egreso hospitalario de 7.6%.

CONCLUSIÓN

El contar con adecuadas bases científicas de la técnica de soporte vital denominada ventilación mecánica invasiva, en cualquiera de sus modalidades permite optimizar su uso en beneficio del paciente pediátrico en estado crítico, debido a que esta técnica no se usa de manera exclusiva en las unidades de cuidado intensivo, se debe considerar la difusión de su adecuado uso en otras áreas críticas de las unidades hospitalarias. Si bien el uso de soporte mecánico ventilatorio, no está exento de complicaciones, si se emplea con las medidas de protección y se establecen estrategias de vigilancia se disminuirán considerablemente la incidencia de complicaciones tales como neumonía, y

barotrauma (neumotórax, sobredistensión pulmonar). Uno de los principales aspectos al elegir el inicio del soporte mecánico ventilatorio es tener en cuenta la premisa de que al resolver la causa que motivó el inicio de la ventilación está se deberá retirar a la máxima brevedad posible a fin de limitar el daño pulmonar, la estancia hospitalaria y las complicaciones que de esta derivarían.

PALABRAS CLAVE: ventilación mecánica invasiva, ventilación de alta frecuencia oscilatoria, neumonía asociada a ventilación mecánica, neumotórax.

II. INTRODUCCIÓN

HISTORIA

Las primeras descripciones de lo que se consideraría ventilación mecánica se remontan a 400 años a.C., cuando Hipócrates en su “tratado sobre el aire” menciona la intubación traqueal como método para ventilar los pulmones. Posteriormente, en el año 175 d.C., Galeno utiliza un fuelle para inflar los pulmones de un animal. No se encuentran nuevas descripciones hasta el siglo XVI cuando Paracelso y Vesalio, a través de experiencias similares, establecen el concepto de respiración artificial. En 1911, la casa Dräger construyó un primer aparato de presión positiva intermitente (PPI) (Pulmotor), y fue utilizado en pacientes con problemas respiratorios. En 1928, Drinker y Shaw diseñaron un prototipo del pulmón de acero para ventilación mecánica (VM) de larga duración que, mejorado por Emmerson en 1931, tuvo una amplia difusión en las epidemias de poliomielitis de la década de 1940. Debido a las limitaciones en el acceso a los pacientes que implicaban los pulmones de acero, en los años 1940-1950 se desarrolló la técnica de PPI con intubación endotraqueal que, desde las epidemias de poliomielitis de los años 1950, se ha impuesto como técnica de VM convencional en el paciente grave. En los últimos 30 años y particularmente en los últimos 15 años, con el desarrollo tecnológico e informático, los ventiladores han ido evolucionando de forma incesante, permitiendo una mejor monitorización de los pacientes e incorporado nuevas técnicas ventilatorias, con el fin de mejorar su eficacia y limitar sus efectos adversos. ⁽¹⁾

La ventilación mecánica en el niño se ha desarrollado en muchos casos a partir de la experiencia de la ventilación mecánica del adulto. Sin embargo, el niño tiene características físicas y fisiológicas muy diferentes que hacen que las indicaciones, aparatos, modalidades y forma de utilización de la ventilación mecánica sean con frecuencia distintas a las empleadas habitualmente en pacientes adultos. ⁽¹⁾

En la actualidad, la VM es una herramienta clave en el tratamiento del paciente pediátrico crítico, ya sea esta situación debida a enfermedad pulmonar o extrapulmonar, tanto en el medio extrahospitalario (sistemas de urgencias y transporte sanitario) como en el hospitalario (urgencias, quirófano, unidad de cuidados intensivos pediátricos [UCIP], etc.). ⁽¹⁾

CONCEPTOS BÁSICOS

La ventilación mecánica (VM) se define como la técnica por la cual se realiza el movimiento de gas hacia y desde los pulmones por medio de un equipo externo conectado directamente al paciente. Los objetivos clínicos de la VM pueden ser muy diversos: mantener el intercambio de gases, reducir o sustituir el trabajo respiratorio, disminuir el consumo de oxígeno sistémico y/o miocárdico, conseguir la expansión pulmonar, permitir la sedación, anestesia y relajación muscular, estabilizar la pared torácica, etc. ⁽¹⁾

Según el mecanismo de ciclado los respiradores de presión positiva se clasifican en ciclados por presión, ciclados por flujo o mixtos y, según el tipo de flujo en respiradores de flujo continuo, de flujo intermitente o de flujo básico constante. Por último, los respiradores de alta frecuencia se clasifican según su mecanismo de alta frecuencia por PPI, alta frecuencia oscilatoria y alta frecuencia por chorro. ⁽¹⁾

FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS

La ventilación con presión positiva intermitente es la técnica de VM más extendida. La introducción del gas respiratorio dentro del pulmón se realiza a través de un tubo endotraqueal (lo más frecuente), una traqueostomía o una mascarilla facial, al generar de forma intermitente un gradiente de presión entre la entrada y el final de la vía respiratoria (alvéolo). El ciclo respiratorio se inicia al incrementar la presión en la entrada de la vía aérea. Se produce un gradiente de presión que condiciona la entrada de aire en los pulmones, hasta que el incremento progresivo en la presión alveolar ocasionado por la distensión pulmonar iguala la existente en la entrada de la vía. El inicio de la espiración se produce al retirar la presión positiva de la entrada de la vía respiratoria, lo cual genera una situación opuesta a la anterior, con salida de gas hasta que la presión alveolar se iguala, de nuevo, con la atmosférica. A este proceso, repetido de forma continua, se le denomina ventilación con PPI y es el principio en que se basa el funcionamiento de todos los ventiladores convencionales que se aplican a la vía aérea. ⁽¹⁾

Una vez generada la fuerza necesaria para que se lleve a cabo la inspiración, debe establecerse el mecanismo de ciclado, es decir, en función de qué parámetro termina la inspiración. Los ventiladores, atendiendo a estas características, pueden clasificarse en: ciclados por presión, ciclados por volumen, ciclados por tiempo, ciclados por flujo, mixtos. ⁽¹⁾

INDICACIONES

La ventilación mecánica es un método de soporte vital para el paciente grave, no está exenta de riesgos y efectos adversos; las indicaciones de ésta deben ser tenidas en cuenta, no sólo para iniciarla de forma adecuada, sino también para retirarla tan pronto desaparezca la causa que condujo a su inicio. Más que enlistar las indicaciones por causas específicas es preferible agruparlas de acuerdo al objetivo clínico que se desee conseguir; los cuales se pueden resumir en: mantener el intercambio de gases, reducir o sustituir el trabajo respiratorio, disminuir el consumo de oxígeno sistémico y/o miocárdico, conseguir la expansión pulmonar, permitir la sedación, anestesia y relajación muscular y estabilizar la pared torácica. ⁽¹⁾

TIPOS

Según el mecanismo de ciclado los respiradores de presión positiva se clasifican en ciclados por presión, ciclados por flujo o mixtos y, según el tipo de flujo en respiradores de flujo continuo, de flujo intermitente o de flujo básico constante. Por último los respiradores de alta frecuencia se clasifican según su mecanismo en alta frecuencia por presión positiva intermitente, alta frecuencia oscilatoria y alta frecuencia por chorro. ⁽¹⁾

MONITOREO

La evaluación de la gasometría y del equilibrio acidobásico sanguíneos es imprescindible para controlar la ventilación mecánica. Los métodos más utilizados son los que se basan en el análisis intermitente de muestras sanguíneas y en la medición continua de la pulsioximetría y capnografía y, con menos frecuencia, la gasometría invasiva continua. Los parámetros más útiles para valorar la oxigenación son la PaO₂, saturación, relación entre la PaO₂ y la fracción

inspiratoria de oxígeno (PaO₂/FiO₂), índice de oxigenación, la PaCO₂ para analizar ventilación y el Ph y exceso de bases para valorar el equilibrio acidobásico.⁽¹⁾

Existen diversos parámetros que pueden ayudar a conocer la mecánica respiratoria del niño sometido a ventilación mecánica. La complianza es una medida de la distensibilidad del sistema respiratorio. En ventilación mecánica puede medirse la complianza estática (distensibilidad del pulmón), o la complianza dinámica (distensibilidad de todo el sistema respiratorio). Para valorar la existencia de hiperinsuflación dinámica se utilizan diversas medidas (medición de PEEP intrínseca o auto-PEEP, volumen aéreo atrapado), También es posible medir el trabajo y esfuerzo respiratorio realizado por el paciente mediante el cálculo de diversas medidas (producto de la presión inspiratoria por el tiempo, trabajo respiratorio impuesto, presión 0,1, máximo esfuerzo inspiratorio).⁽¹⁾

COMPLICACIONES

La VM puede originar múltiples complicaciones. Las complicaciones agudas más importantes son: problemas mecánicos (fallos de la fuente de gases o del respirador, problemas con las tubuladuras), error en la programación del respirador y sus alarmas, problemas en la vía aérea (desconexión, extubación, mal posición del tubo endotraqueal, fuga, lesiones en el ala de la nariz, obstrucción del tubo endotraqueal por acodadura o secreciones, intubación bronquial selectiva, broncoespasmo, estridor postextubación), complicaciones pulmonares (lesión inducida por la VM, con volutrauma, barotrauma y biotrauma), alteraciones hemodinámicas, infecciones (traqueobronquitis, neumonía, otitis, sinusitis), problemas de adaptación del paciente y el respirador y trastornos nutricionales. Las secuelas crónicas más importantes de la VM son la estenosis subglótica, la lesión pulmonar crónica y las alteraciones psicológicas.⁽¹⁾

CONSIDERACIONES ESPECIALES (costos, prevención, recomendaciones)

La estancia de los pacientes en Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos implican una inversión y una serie de costos derivados de su atención, es en 1999 cuando se publica una revisión de un hospital de tercer nivel de atención médica del IMSS, específicamente del Centro Médico Nacional Siglo XXI, en donde se investigaron los costos de las pruebas diagnósticas y de los recursos terapéuticos empleados, así como el exceso de estancia hospitalaria debida a la presencia de una infección nosocomial; se detectaron 102 infecciones de las cuales 56 correspondieron a UTIP, el resto a la unidad neonatal, en el lapso de un año; el costo promedio por infección fue de 91,698 pesos y el gasto global fue de 9.3 millones de pesos. Neumonía, flebitis y septicemia abarcaron el 65% de los costos; 36.3% de los casos de infecciones nosocomiales fueron neumonías. En los niños infectados se registró una estancia hospitalaria extra de 9.6 días, 13.7 exámenes de laboratorio y 3.3 cultivos en promedio, debido a la presencia de una infección intrahospitalaria. La estancia hospitalaria representó 97% del gasto total.⁽²⁾

En México, Ponce de León y colaboradores compararon un programa de vigilancia y reporte de infecciones contra un programa que, además, incluía el establecimiento de medidas de control, y encontraron una disminución de 22% en el número de infecciones nosocomiales, lo cual representó un ahorro anual de 34 824 000 pesos.⁽²⁾

La Secretaría de Salud, publica el catálogo de indicadores realizado en el Instituto Nacional de Pediatría durante 2012, de donde se destacan como puntos de referencia: 10.9 días de estancia/paciente, tasa de mortalidad hospitalaria 2.7%, tasa de incidencia de infecciones nosocomiales 9%, con una incidencia de infecciones nosocomiales en terapia intensiva de 70 episodios por cada 638 egresos (11%).⁽³⁾

La investigación derivada de los costos por estancia en unidades de cuidados intensivos es motivo de estudio no solo en nuestro país, se enuncia a continuación lo relativo a una publicación hecha en dos unidades de cuidados intensivos en Perú durante un lapso de 6 meses en 2004, con relación a la UTIP del Hospital de Emergencias Pediátricas, se englobó todas las patologías que requirieron del uso de ventilación mecánica, con un tiempo promedio de hospitalización de 8 días, con un tiempo de hospitalización de 8 a 11 días. Del libro de registros de egresos e ingresos se tiene que 70,3% (64 pacientes) requirió de apoyo ventilatorio durante su estancia en la UTIP. El costo unitario promedio del tratamiento de los pacientes que requirieron del uso de ventilación mecánica durante su estancia en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital de Emergencias Pediátricas fue el equivalente a US\$1 458,77 para el período comprendido entre enero y junio del año 2004.⁽⁴⁾

Un programa piloto diseñado en 2003 por la Secretaría de Salud, pretendía establecer una estimación de los costos de servicios hospitalarios, en dicha prueba piloto se estimó que el costo promedio por día cama en unidades de terapia intensiva pediátrica es de \$2125, esto debe ser tomado con reserva puesto que estos resultados representan una serie de supuestos que no reflejan la complejidad de la operación real de las unidades hospitalarias.⁽⁵⁾

Las infecciones nosocomiales en México se registran conforme a la NOM-045-SSA2-2005 para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales, se ha estimado que la frecuencia de infecciones en unidades hospitalarias varía desde 2.1 hasta 15.8%.⁽⁶⁾

En las unidades de cuidados intensivos (UCI) la situación es más preocupante: un estudio realizado en 895 pacientes de 254 UCI en México encontró que 23.2% de éstos tenía una infección nosocomial. La neumonía fue la infección más común (39.7%), seguida de la infección urinaria (20.5%), la de herida quirúrgica (13.3%) y la del torrente sanguíneo (7.3%). La letalidad asociada a estas infecciones nosocomiales fue de 25.5%. La mediana de estancia hospitalaria en la población fue de 7 días, con percentiles 5-95% de 2 y 36 días respectivamente. En las unidades de terapia intensiva (UCI), se encontraba 13% de los pacientes estudiados.⁽⁶⁾

Las unidades de terapia intensiva son las áreas hospitalarias con mayor riesgo de desarrollo de infecciones nosocomiales (IN) debido a la proporción de pacientes con dispositivos invasivos (intubación oro-traqueal, catéteres intravenosos centrales, catéteres urinarios) y al estado crítico de los pacientes que muchas veces requieren del uso de antibióticos de amplio espectro y antiácidos, mismos que se han asociado a mayor riesgo de IN.⁽⁶⁾

Se determinó una prevalencia puntual de 21 por 100 pacientes hospitalizados. La infección detectada con mayor frecuencia en todas las instituciones fue la neumonía, (33%), seguida de infección de vías urinarias en 24.6%.⁽⁶⁾

La frecuencia de IN se incrementó por cada día de estancia hospitalaria (OR=1.01, $p<0.001$) al igual que con los reingresos hospitalarios (OR=3.08, $p<0.001$).⁽⁶⁾
Las infecciones nosocomiales prolongan la hospitalización un promedio de siete días.⁽⁷⁾

Diversos estudios han identificado como factores de riesgo y fuente de infección nosocomial a diversos procedimientos básicos en la atención médica: administración de medicamentos, canalización de vena periférica, aplicación de sonda vesical, aplicación de catéter vía central, toma de productos y ventilación mecánica asistida. En hospitales generales del país se ha observado mayor incidencia de infecciones nosocomiales en las Unidades de Terapia Intensiva que explican el 80% de los casos que se presentan en un hospital.⁽⁷⁾

Por otro lado, existen factores relacionados con el medio ambiente, como el hacinamiento en el cunero o en las unidades de cuidados intensivos o intermedios, las estancias prolongadas, la utilización de múltiples procedimientos invasivos, el uso indiscriminado de antibióticos, errores en la aplicación de técnicas (colocación de catéteres, sondas, equipos, lavado de manos, etc.), todos ellos muy frecuentes en unidades de cuidados intensivos.⁽³⁾

El personal de salud puede ser el vector de transmisión de patógenos para los pacientes, incluido el virus de la influenza, que puede condicionar neumonías nosocomiales con alta mortalidad en pacientes inmunosuprimidos o en estado crítico. Por esta razón, la vacunación contra influenza en los trabajadores de salud debería de ser impulsada como una estrategia universal.⁽⁶⁾

Algunas estrategias recomendadas para disminuir la incidencia de neumonía asociada a ventilación mecánica: no reutilizar material desechable, capacitación del personal sobre transmisión de patógenos en el ambiente hospitalario con énfasis de apego a precauciones de contacto, gotas y vía aérea en caso necesario procurando tener los insumos necesarios para llevar a cabo dichas precauciones, realizar una adecuada higiene de todos los pacientes hospitalizados, mantener en posición inclinada del paciente (semifowler) siempre que sea posible.⁽⁶⁾

III. ANTECEDENTES (MARCO TEÓRICO)

HISTORIA DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

El uso de la ventilación mecánica es actualmente una de las medidas de mayor eficacia, tanto en la terapéutica como en el sostén de los pacientes con insuficiencia respiratoria y consiste en la administración, mediante presión positiva intratorácica, de una mezcla de gases (oxígeno y aire), para lo cual se utilizan los aparatos denominados ventiladores, los cuales fundamentalmente son de tres tipos: aquellos en los que el ciclado está limitado por presión, los limitados por volumen y los limitados por tiempo. La ventilación mecánica ha demostrado su utilidad con el transcurso de los años, sin embargo su uso no está exento de riesgos, ya que este método es antifisiológico. Las complicaciones que se pueden presentar por el uso de la ventilación mecánica son de diversos tipos y se han clasificado por varios autores, la propuesta por Stauffer en 1982, las divide en:

- a) Las complicaciones producidas por la cánula endotraqueal o su colocación.
- b) Las causadas durante el uso del ventilador.
- c) Las que se producen durante la extubación.⁽⁸⁾

Dentro de las complicaciones que se producen durante el uso del ventilador, considera el autor de esta clasificación, que se pueden distinguir dos subgrupos: las complicaciones ocasionadas por falla del aparato y las complicaciones de tipo médico, definiendo a este último subgrupo, como las complicaciones en las cuales la decisión terapéutica o las maniobras efectuadas en el paciente influyen primordialmente en su aparición, y es precisamente en este subgrupo donde se encuentran: el Barotrauma; Neumonía y Atelectasias.⁽⁸⁾

En las últimas décadas el desarrollo tecnológico y la aparición de nuevos tratamientos han producido una disminución en la mortalidad de los pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos pediátricos (UCIP). Sin embargo, estas mejoras han dado lugar a la aparición de un nuevo perfil de pacientes en estas unidades: aquellos que permanecen ingresados por un tiempo muy prolongado.⁽⁸⁾

Este desarrollo científico-tecnológico propicia que, además de los pacientes que se encuentran en una situación aguda de riesgo vital de forma prolongada, cada vez existan más pacientes en las unidades de cuidados intensivos dependientes de una tecnología o unos cuidados médicos concretos que, por diversos motivos, no pueden proporcionarse fuera de estas unidades.⁽⁹⁾

La experiencia con ventilación mecánica aplicada en pediatría, sus avances, desventajas y consideraciones especiales en numerosas ocasiones surge a partir de la experiencia en pacientes adultos, por lo que también resulta útil comparar los estudios publicados con aquello referente a la población adulta; así por ejemplo, encontramos un estudio de cohortes de pacientes ventilados por más de 12 horas en 72 Unidades de Cuidados Intensivos Adultos (UCIA) en España durante un periodo de un mes, lo cual reporta: en 64% de esta población la indicación de ventilación fue insuficiencia respiratoria; al inicio la modalidad asistida-controlada fue la más utilizada (90%), con uso de volumen tidal medio 8.9ml/kg y PEEP 5.5cmH₂O. la duración de la ventilación fue 7 días. La mortalidad en la UCI fue del 32.8% y en el hospital del 42.8%.⁽¹⁰⁾

Un estudio publicado en Cuba, acerca de la experiencia de 6 años en la UCIA, describe el análisis de 406 pacientes en cuanto a morbilidad y mortalidad asociada

a ventilación mecánica, de tal manera que las complicaciones fueron presentándose más frecuentemente a medida que se extendió el tiempo de ventilación por encima de 48 horas, principalmente la neumonía, el 44.8% de los pacientes se complicaron con neumonía, lo cual representó 81.9% de todas las complicaciones; con respecto a la duración, el tiempo promedio de ventilación en los vivos resultó ser de 3.96 días; en los fallecidos de 8.46. La sedación y relajación simultáneas favorecen la retención de secreciones traqueobronquiales, lo que unido a la broncoaspiración que siempre se produce, posibilitan la infección pulmonar y otras complicaciones con riesgo de muerte. ⁽¹¹⁾

En países como México la neumonía nosocomial constituye uno de los principales problemas de morbilidad, con una incidencia entre 16 y 29% y una tasa de letalidad de 20 a 70%. Frecuentemente se relaciona con pacientes que padecen alteraciones inmunológicas y a enfermos que son sometidos a procedimientos invasivos, como la asistencia ventilatoria o la terapia respiratoria. En pacientes que permanecen en unidades de cuidados intensivos, el riesgo de adquirir infecciones nosocomiales varía entre 10 y 25%. La infección pulmonar es una complicación común en enfermos sometidos a ventilación mecánica, en la literatura hay informes que señalan esta complicación en 55% de los casos, ocasionando insuficiencia respiratoria aguda en 37% de ellos. En la unidad de cuidados intensivos su frecuencia varía entre 0.5% y 5% aumentado hasta 17% en enfermos con ventilación mecánica; se ha documentado que esto ocurre en 4.7 niños por cada 1000 días de ventilación, con una variación entre 12.8 y 17.6 casos por cada 1000 días de ventilación mecánica. ⁽¹¹⁾

La incidencia de neumonías asociadas a la ventilación de los pacientes en estado crítico ocurre en 5 a 10 pacientes por cada 1,000 admisiones. ⁽¹¹⁾

NUEVAS MODAS VENTILATORIAS

ASV (Adaptative support ventilation, VENTILACION DE SOPORTE ADAPTATIVO)

DEFINICIÓN E HISTORIA

Es un método que involucra varios modos ventilatorios: ventilación con presión positiva, presión control y ventilación intermitente sincronizada, lo que ha llevado a llamarlo por muchos autores el “no modo” o “modo integral” o “modo tres en uno”. Es un modo que se adapta al esfuerzo del paciente. Reconoce las respiraciones espontáneas realizadas por el paciente y automáticamente ajusta el modo ventilatorio en base al esfuerzo del paciente. ⁽¹²⁾

Es patentado por la casa Hamilton Medical (1991) y está disponible en los ventiladores Hamilton G5, Hamilton S1, Hamilton C2, Galileo y Raphael. Fue descrita su primera aplicación clínica en 1994 por Laubscher y colaboradores. Esta comercialmente disponible en Europa desde 1998 y no fue sino hasta el 2007 que se comercializó en Estado Unidos. ⁽¹²⁾

ASV es un modo avanzado que mantiene el 100% de la ventilación normal, tiene en cuenta la respiración espontánea, previene taquipnea, autoPEEP, ventilación excesiva de espacio muerto, ventila completamente en caso de apnea o bajo capacidad de comando respiratorio, dándole el control al paciente en el caso de que su actividad espontánea sea adecuada, y hace todo esto sin sobrepasar la presión de meseta prefijada por el operador. Tiene la ventaja de una estrategia pulmonar y menor empleo de recursos. ⁽¹²⁾

PRINCIPIOS GENERALES DE OPERACIÓN

Se considera un modo de asa cerrada el cual está diseñado para garantizar un mayor rendimiento del trabajo respiratorio del paciente. La meta del ASV es asegurar un nivel de ventilación alveolar efectivo, minimizando el trabajo respiratorio, llevando al paciente a un patrón respiratorio “óptimo” con el fin de evitar potencial volu-barotrauma y atrapamiento aéreo. ⁽¹²⁾

Está basado en estrategias de protección pulmonar, con lo cual se pretende alcanzar la frecuencia respiratoria y volumen tidal objetivo, dentro de un área de límite de seguridad, en donde se obtiene el mayor rendimiento energético y se previenen complicaciones como: apnea, volutrauma, barotrauma y/o ventilación de espacio muerto. ⁽¹²⁾

Sistema de asa cerrada: El control de asa cerrada (Closed-Loop Control) implica una retroalimentación positiva o negativa proveniente de la información mecánica del paciente, basado en mediciones realizadas de forma casi continua, las cuales permiten modificar o adaptar de manera más fisiológica e individualizada el soporte ventilatorio suministrado. En este sistema, la salida del gas se mide proporcionando una señal de retroalimentación que puede compararse con el valor de entrada. El sistema clásico de control por retroalimentación negativa, al censarse una diferencia entre la entrada y salida de gases se genera una señal de error usada para ajustar la salida de forma tal que se equipare con la entrada. El control por retroalimentación fuerza la salida de gas a ser estable en presencia de alteraciones del medio (como fugas del circuito, cambio en la mecánica pulmonar y en el esfuerzo muscular respiratorio). De esta manera se aplican automáticamente estrategias de protección pulmonar, reduciendo el riesgo de que se produzcan errores por parte de los operadores. ⁽¹²⁾

La principal variable a programar es el porcentaje de volumen minuto (%VM) que debe aportarse al paciente, basado en el peso corporal ideal del paciente. También el operador debe asignar PEEP, FiO₂, alarma de Pmax (presión máxima). La ventilación minuto (Ve) es calculada como una relación entre la ventilación resultante del peso corporal ideal (IBW) y el porcentaje de volumen minuto (%VM). El peso ideal del paciente es calculado según el nomograma de Radford, el cual tiene en cuenta la talla del paciente. El sistema calcula automáticamente el espacio muerto en base a este peso ideal (Espacio muerto – Vd = 2.2ml/kg). ⁽¹²⁾

$VE (l/min) = \text{MinVol} (\%) \times \text{IBW} / 1000$ (para IBW >15 kg) ó

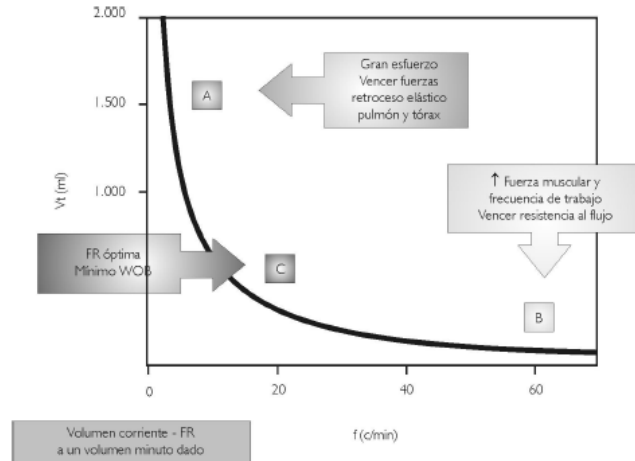
$VE (l/min) = \text{MinVol} (\%) \times \text{IBW} / 500$ (para IBW <15 kg). ⁽¹²⁾

Durante cada inspiración el ventilador determina la mecánica pulmonar del paciente en cada respiración y a continuación ajusta automáticamente la frecuencia respiratoria, volumen tidal (VT) y la relación I:E para minimizar la presión y continuar manteniendo el volumen requerido. Por lo que es un modo que asegura volumen y está limitado por presión. ⁽¹²⁾

ASV puede seleccionar un patrón de altas frecuencias respiratorias y bajos Vt en un paciente con patología restrictiva y un patrón con bajas frecuencias respiratorias y altos VT en caso de patologías obstructivas. ⁽¹²⁾

La constante de tiempo espiratoria se calcula en base a la resistencia de la vía aérea y la compliance respiratoria (RC = resistencia vía aérea x compliance respiratoria = constante de tiempo) y está determinada por el análisis de la curva flujo-volumen, con la cual el modo ASV puede ajustar la relación I:E y la frecuencia objetivo para mantener el volumen objetivo dentro de un margen de seguridad). ⁽¹²⁾

Curva volumen corriente vs frecuencia respiratoria. ⁽¹²⁾



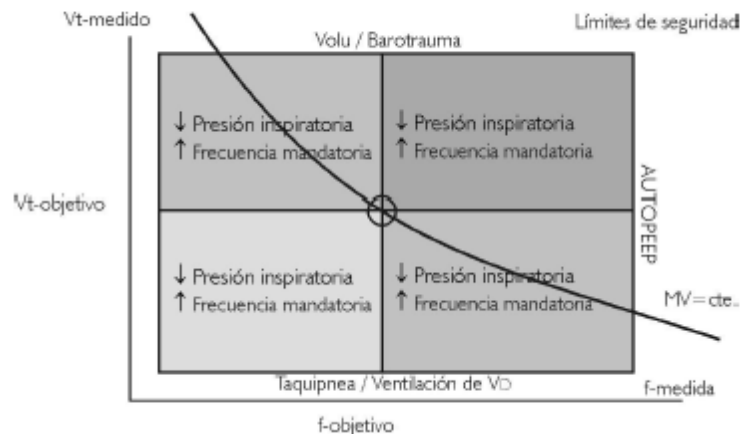
Fuente: Acta Colombiana de Cuidado Intensivo 2011; 11 (2): 132 – 143. Modos ventilatorios avanzados. Ventilación de soporte adaptativo (ASV). Miguelena y cols.

Punto A: para mantener una ventilación alveolar a frecuencias respiratorias muy bajas se necesitan grandes volúmenes corrientes, implica un alto nivel de trabajo respiratorio.

Punto B: para mantener una adecuada ventilación alveolar a frecuencias respiratorias altas se requiere un gran esfuerzo muscular para vencer la resistencia al flujo.

Punto C: es una frecuencia respiratoria óptima, la cual es la menos costosa en términos de trabajo respiratorio. ⁽¹²⁾

Límites de seguridad determinado en ASV. ⁽¹²⁾



Fuente: Acta Colombiana de Cuidado Intensivo 2011; 11 (2): 132 – 143. Modos ventilatorios avanzados. Ventilación de soporte adaptativo (ASV). Miguelena y cols.

PARÁMETROS A FIJAR

Para iniciar la ASV, el operador debe ingresar los siguientes parámetros:

1. Talla del paciente en cm, en base a esto se calcula el peso corporal ideal y el espacio muerto 2.2ml/kg

2. Género
3. Porcentaje volumen mínimo: 25 a 35%. Paciente normal 100%, asma 90%, ARDS 120%, otros 110%, añadir 20% si la temperatura corporal es >38.5°C o añadir 5% por cada 500 metros por encima del nivel del mar
4. Disparo (trigger): se sugiere por flujo de 2L/min
5. ETS: sensibilidad de disparo espiratorio. Se sugiere 25%, en EPOC 40%
6. TRC: compensación de la resistencia del tubo. Compensar establecido en 100%.
7. Límite de alarma de alta presión: será 10cmH₂O por arriba del límite establecido y al menos en 25cmH₂O por arriba de PEEP/CPAP
8. PEEP
9. FiO₂⁽¹²⁾

Parámetros mínimos y máximos para ventilación protectora ASV ⁽¹²⁾

Parámetro	Mínimo	Máximo
P insp	5 encima PIP	19 debajo de P _{máx}
V corriente	4.4 x peso ideal	15.4 x peso ideal.
FR target	5 resp mínima	Limitado por P máximo 22/min x % vol min/100 (adultos) 45/min x % vol min/100 (niños) Siempre <60
FR mandatoria	5 resp min	60 resp min
Tiempo insp	0.5 segs o 1 RCE	2 segs
Tiempo esp	3 RCE	12 seg
Rel I:E	1:4	1:1

Fuente: Acta Colombiana de Cuidado Intensivo 2011; 11 (2): 132 – 143. Modos ventilatorios avanzados. Ventilación de soporte adaptativo (ASV). Miguelena y cols.

Optimizar porcentaje de volumen mínimo en base a gases arteriales ⁽¹²⁾

	Ajustes % Vol Min	Observaciones
PaCO ₂ alta	Aumentar % Vol min	Prestar atención a las presiones respiratorias
PaCO ₂ baja	Disminuir % Vol Min	Prestar atención a P media y nivel de oxigenación
Alto drive respiratori	Considerar aumento % Vol min	Considerar sedación, analiza u otro tratamiento
Baja saturación O ₂	Ninguno	Considerar PEEP y/o aumento de FiO ₂

Fuente: Acta Colombiana de Cuidado Intensivo 2011; 11 (2): 132 – 143. Modos ventilatorios avanzados. Ventilación de soporte adaptativo (ASV). Miguelena y cols.

SEGUIMIENTO

Se puede disminuir el porcentaje volumen mínimo de 10% en 10% hasta alcanzar 25% si la asistencia del paciente es satisfactoria y está por encima de los requerimientos, hasta retiro del soporte ventilatorio cuando los parámetros son mínimos. Se consideran mínimos parámetros según algoritmo de ASV cuando todas las respiraciones son espontáneas (no hay respiraciones mandatorias) y la presión inspiratoria es de $<8\text{cmH}_2\text{O}$ por encima del nivel basal. ⁽¹²⁾

Ventajas:

- Modo muy versátil de usar y extremadamente seguro,
- Ventila virtualmente todos los pacientes intubados, activa o pasivamente, independientemente de la patología respiratoria, basado en una estrategia ventilatoria “confeccionada” a la medida del paciente,
- Requiere poca interacción del operador y pocas alarmas,
- Facilita menor tiempo de ventilación,
- Previene la taquipnea, autoPEEP y ventilación excesiva del espacio muerto además de
- Ventilación según la actividad respiratoria del paciente. ⁽¹²⁾

Desventajas:

- No permite programar directamente los valores de VC, FR y relación I:E,
- Escasa experiencia en pacientes pediátricos,
- Algoritmo de funcionamiento tiende a ventilar con VC bajos y frecuencias altas y
- Solo disponible en una marca comercial. ⁽¹²⁾

CONCLUSIONES DE ESTUDIOS QUE AVALAN SU USO

En postoperatorio de cirugía cardíaca: los pacientes sometidos a ventilación con modo ASV requirieron menor tiempo ventilatorio que los conectados en SIMV y luego PS. Se registra menor número de intervenciones en el ventilador por parte del personal al igual que menor activación de alarmas, lo que puede ser interpretado como un ahorro en recursos médicos. Facilita una rápida extubación en pacientes seleccionados y puede facilitar el manejo respiratorio en el postoperatorio. ⁽¹²⁾

Como modo de destete: predominantemente se ha usado en pacientes crónicos, demostrando un ahorro económico en cuanto a necesidad de terapeutas respiratorios y asistencia de intensivistas. ⁽¹²⁾

Estrategia de protección pulmonar: se han llevado a cabo estudios con pulmones con patrón normal, restrictivo y obstructivo, encontrando que ASV seleccionó una estrategia ventilatoria cercana a la fisiológica. Favorece un menor trabajo respiratorio basado en la medición de actividad de músculos respiratorios (por electromiografía) y se logra una mejor interacción ventilador – paciente en comparación con los pacientes conectados en modo SIMV-PS. Al compararse con una ventilación con volumen tidal fijo(6ml/kg), ASV demostró ser superior en prevenir potenciales efectos dañinos de presión plateau excesiva (mayor a $28\text{cmH}_2\text{O}$) que con Vt fijo de 6ml/kg , ya que automáticamente ajusta la presión de la vía aérea, lo que resulta en un menor volumen tidal. ⁽¹²⁾

Pacientes pediátricos: hay pocos reportes en este grupo de pacientes, se limita a reporte de casos; en estado asmático se ha encontrado un descenso de la presión pico sin generar autoPEEP, en neonatos se ha reportado menor número de días de ventilación mecánica, menor sedación y disminución de estancia intrahospitalaria. ⁽¹²⁾

Reportes de investigación en animales: un estudio en cerditos sanos concluye que ASV protege al diafragma contra los efectos deletéreos de ventilación mecánica prolongada ya que mantiene una adecuada contracción del diafragma como lo demostró las mediciones transdiafragmáticas y de conducción nerviosa del nervio frénico. ⁽¹²⁾

APRV (VENTILACION CON LIBERACION DE PRESIÓN)

DEFINICION E HISTORIA

Modalidad descrita por Stock and Downs en 1987, comercialmente disponible en los Estados Unidos a mediados de los noventa. ⁽¹³⁾

El APRV proporciona períodos largos de insuflación intercalados con breves periodos de deflación pulmonar. ⁽¹³⁾

Combina los efectos de la presión positiva continua de la vía aérea en un alto nivel (Cpap), la cual permite el incremento de la ventilación alveolar seguida por el descenso transitorio de Cpap a un nivel inferior, que permite la disminución de los niveles de CO₂. ⁽¹³⁾

Es una modalidad de ventilación parcial gatillada por el paciente. En el periodo de insuflación el paciente puede respirar en forma espontánea. El paciente controla la frecuencia y duración del ciclo respiratorio. ⁽¹³⁾

Existen diversos estudios clínicos y experimentales que han demostrado una reducción en el cortocircuito intrapulmonar con la respiración espontánea durante la ventilación con liberación de presión de la vía aérea (APRV) en pacientes con lesión pulmonar aguda. Esta reducción está relacionada a la reducción de eventos de atelectasias predominantemente en el área pulmonar yuxtadiafragmática; por lo tanto esta respiración se traducirá en una mejor ventilación-perfusión y reducción de colapso cíclico durante el disparo del ventilador; reduciendo con ello la lesión asociada a ventilación mecánica. Denominándose colapso cíclico al reclutamiento alveolar durante la fase inspiratoria y al cierre de las unidades alveolares (colapso) durante la fase espiratoria. ⁽¹³⁾

En este modo ventilatorio ventilatorio, la respiración espontánea no solo reduce la necesidad de sedación para facilitar la adaptación del paciente al ventilador sino que también mejora la oxigenación arterial y el flujo sanguíneo sistémico en comparación con ventilación mecánica controlada, con mejoría en la función cardiopulmonar, presumiblemente mediante el reclutamiento de la unidades no ventiladas, lo que finalmente determinará una menor duración de la asistencia respiratoria y la estancia en UCI. ^(13,14)

Su uso se ha probado incluso en pacientes con múltiples traumas con alto riesgo de ARDS, sin embargo, esto reportado en población de adultos. ⁽¹⁴⁾

El soporte ventilatorio parcial con APRV, incluso cuando se usa como modalidad de primera línea, permite reducir el nivel de sedación, contribuye a mejorar la oxigenación arterial, la compliance pulmonar así como el flujo sistémico, y está asociado con una disminución en la duración del soporte ventilatorio y la estancia en UCI en pacientes con riesgo de presentar ARDS. ⁽¹⁴⁾

VENTAJAS. ⁽¹³⁾

- Mejora la distribución de la ventilación
- Disminución del trabajo respiratorio.
- Sedación menos profunda sin necesidad de bloqueo neuromuscular.
- Mejor índice cardiaco.

DESVENTAJAS. ⁽¹⁴⁾

- Puede producir volu-atelectrauma
- Falta de familiaridad con el modo y sus ajustes por confusión de los términos.
- No sirve para todos los pacientes, en todas las circunstancias.
- No es útil en pacientes con bloqueo neuromuscular.

PARAMETROS INICIALES. ⁽¹⁴⁾

FiO₂ 100% y descenso rápido

Pbaja (PEEP baja) 0 cmH₂O

Palta (PEEP alta PPI convencional/Paw + 2 a 4

Tiempo P baja (TL) 0.6 a 0.8 segundos

Tiempo P alta (TH) 4 a 6 segundos.

AJUSTES EN APRV. ⁽¹⁴⁾

HIPOXEMIA

- Aumentar FiO₂
- Aumentar T alto (T high)
- Aumentar P alta (máx. 40)
- Ajustar T bajo (flujo espiratorio pico)

HIPERCARBIA

- Asegurar respiración espontánea
- Aumentar T bajo (T low)
- Aumentar T alto y P alta

DESTETE

- Ir bajando P alta
- Alargar tiempo de P alta (T H)
- Paso "suave" a CPAP
- En niños a BiPAP
- Puede ser lento en grupos no familiarizados con el modo

MODOS NO CONVENCIONALES.

VAFO (VENTILACIÓN DE ALTA FRECUENCIA OSCILATORIA)

La ventilación de alta frecuencia es un modo no convencional, en general se utilizan en patologías en las que las estrategias comunes han fracasado, que tiene como características primordiales el uso de frecuencias respiratorias altas, con volúmenes corrientes menores que el espacio muerto anatómico y con tiempos inspiratorios extremadamente reducidos. ^(15,16, 17)

La VAFO ha surgido como una alternativa en el tratamiento de diversas formas de falla respiratoria ante el fracaso de la ventilación mecánica convencional (VMC), constituyéndose en una técnica ventilatoria de segunda línea. ⁽¹⁶⁾

Es un recurso terapéutico ante la hipoxemia refractaria a la asistencia mecánica convencional y el síndrome de escape aéreo. ⁽¹⁸⁾

La VAFO es capaz de disminuir el daño pulmonar inducido por la ventilación, limitando la incidencia de volutrauma, atelectrauma, barotrauma y biotrauma. Durante la VAFO, se logra una oxigenación y una ventilación adecuadas, utilizando volúmenes corrientes bajos y pequeños cambios de presión a frecuencias suprafisiológicas.⁽¹⁾

Se basa en el principio teórico de que el uso de volúmenes menores al espacio muerto anatómico a altas frecuencias logra finalmente igual volumen minuto con desarrollo de presiones medias de vía aérea menores a la ventilación convencional.⁽¹⁷⁾ Puede definirse por su carácter protector pulmonar y la aplicación sistemática de una estrategia basada en el reclutamiento alveolar y el establecimiento de un volumen pulmonar óptimo. Por medio de esta modalidad de ventilación se trata de “abrir el pulmón y mantenerlo abierto”, utilizando para ello volúmenes corrientes muy pequeños (1-2ml/kg) a frecuencias suprafisiológicas (240-900 resp/min).⁽¹⁾

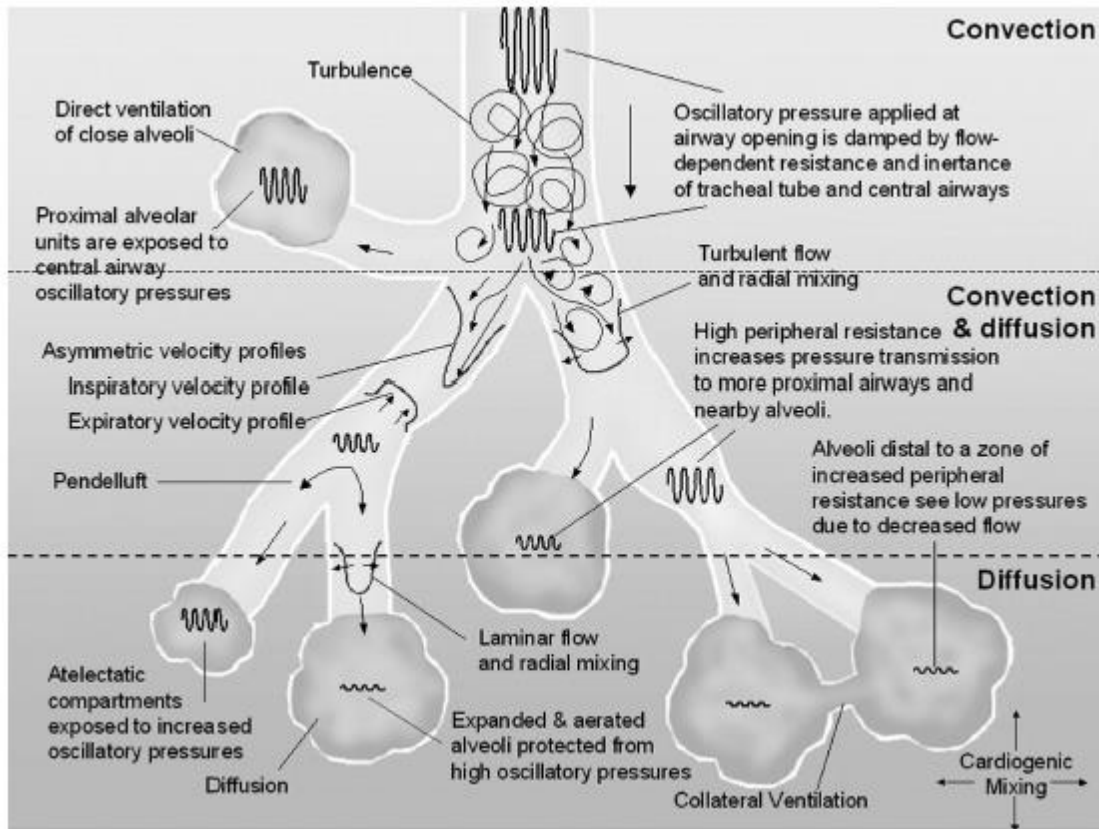
Existen diferentes tipos de ventiladores de alta frecuencia: por interrupción de flujo, de alta frecuencia jet o a chorro y finalmente la de alta frecuencia oscilatoria (VAFO).^(A) Al contrario que otros modos de ventilación de alta frecuencia, la VAFO tiene una fase espiratoria activa. El efecto protector del pulmón es equivalente al de la ventilación líquida parcial y superior al de la ventilación mecánica convencional aplicada incluso con una estrategia de reclutamiento-protección.⁽¹⁾

Los mecanismos por los cuales se lleva a cabo el transporte de gas es complejo e implica una gama de diferentes mecanismos, incluyendo: convección, turbulencia en las grandes vías aéreas, ventilación alveolar directa, pendelluft, perfil de velocidad asimétrico, difusión molecular, mezcla cardiogénica, flujo laminar con la dispersión de Taylor, ventilación colateral, aunque según otros autores pueden describirse más mecanismos, para finalmente agruparlos en tres grandes grupos: 1) convección, 2) convección y difusión y 3) difusión. Todos estos mecanismos se encuentran interrelacionados.⁽¹⁵⁾

Mecanismos por los cuales se lleva a cabo la ventilación alveolar puede ser administrada.

1. FLUJO TURBULENTO: produce reclutamiento alveolar en las unidades que se encuentran cerca de los bronquiolos principales.
2. MOVILIDAD MOLECULAR: el incremento en esta movilidad permite un mejor intercambio gaseoso al estar incrementada la cinética de las moléculas de oxígeno.
3. FLUJO COAXIAL: se refiere a un movimiento gaseoso parabólico en la inspiración y laminar en la exhalación lográndose que ambos flujos se puedan superponer permitiendo un adecuado intercambio de aire fresco.
4. DISPERSION DE TAYLOR: el índice neto de dispersión de gases depende del tipo de flujo en el sistema, siendo la dispersión mayor en el flujo turbulento de la alta frecuencia.
5. MEZCLA ALVEOLAR POR DIFERENCIA DE IMPEDANCIA: la mezcla de gases a nivel alveolar depende de las diferencias de impedancias entre el flujo de oxígeno y pared alveolar, en la alta frecuencia la diferencia de estas es mucho más pronunciada.^(1,17)

MECANISMOS DE TRANSPORTE DE GASES EN VAFO. ⁽¹⁵⁾



Fuente: Crit Care Med 2005; 33 (3). High-frequency oscillatory ventilation: Mechanisms of gas transport and lung mechanics. Pillow, J. J. ⁽¹⁵⁾

Indicaciones para su uso

1. Indicación electiva o de rescate: su uso actual es de rescate, ante el fracaso de la ventilación mecánica convencional optimizada. Sin embargo, dentro de los criterios empleados para su indicación se encuentran: insuficiencia respiratoria grave de cualquier etiología (infecciosa, inhalatoria, etc.) con un índice de oxigenación (IO) mayor de 13, en dos muestras de gases arteriales en un intervalo de 6 horas, a pesar de la utilización de VMC optimizada (índice de oxigenación = $100 \times \text{FiO}_2 \times \text{presión media de la vía aérea} / \text{PaO}_2$).
2. ARDS grave o infección pulmonar por virus sincitial respiratorio
3. Escape aéreo. Se ha demostrado que los pacientes con neumotórax, neumoperitoneo y neumomediastino responden bien a la VAFO. ⁽¹⁾

Contraindicaciones:

1. Existencia de resistencias en la vía aérea muy aumentadas.
2. Presión intracraneal elevada.
3. Presión arterial media baja.
4. Dependencia de flujo sanguíneo pulmonar pasivo. ⁽¹⁾

Estos criterios de exclusión son relativos y deben ser aplicados de forma individualizada en cada caso, valorándose la relación riesgo/beneficio, al no existir evidencias de que la VAFO sea más perjudicial que cualquier otra modalidad ventilatoria en dichas circunstancias. Son condiciones que, teóricamente, dificultan

la aplicación de la técnica, o disminuyen la probabilidad de respuesta positiva a la misma, pero que no constituyen contraindicaciones absolutas. ⁽¹⁾

Requisitos de monitorización del paciente

1. PVC
2. PA intraarterial
3. Monitorización de Ph, PO₂ y PCO₂ (arterial discontinuo, transcutáneo o intraarterial continuo). ⁽¹⁾

Preparación del paciente

1. Control hemodinámico con TA media adecuada a la edad del paciente y PVC entre 10 y 15cmH₂O, y si se cuenta con determinación de PCP esté deberá mantenerse menor a 15mmHg; usando para ello expansión de volumen con coloides o cristaloides o incluso instaurar aminos o titular las que ya tenga.
2. Considerar aumentar previamente el Ph con bicarbonato, si es menor de 7.28
3. Sedación en todos los casos y bloqueo neuromuscular en pacientes mayores de 2 meses, según la tolerancia.
4. Aspirar bien al paciente previamente a la instauración del respirador.
5. Utilizar sistemas de aspiración "cerrados o en línea". ⁽¹⁾

Programación inicial del respirador

1. Calibraciones obligatorias
2. FiO₂ al 100%
3. Paw comenzar de 4 a 8 cmH₂O por encima de la Paw que se venía utilizando en el ventilador convencional, con incrementos progresivos de 1-2 cmH₂O según sea necesario hasta lograr un volumen pulmonar óptimo, que será aquel que:
 - a) Proporcione una SatO₂ que permita disminuir de manera progresiva la FiO₂ a ≤ 60%
 - b) Coloque el diafragma a nivel de T8-T9 en la radiografía de tórax.
4. Frecuencia, de entrada se establecerá según el peso del paciente: de 2 a 12 Kg, 10 Hz; de 13 a 20Kg, 8Hz; de 21 a 30 Kg, 7 Hz; de >30Kg, 6Hz.
5. Amplitud (delta-P): comenzar con un *power setting* de 4.0 y aumentar progresivamente hasta conseguir que la vibración del pecho del paciente llegue hasta la cicatriz umbilical en el recién nacido y lactante, y hasta el muslo en el niño y adolescente. Por lo general este patrón de vibración se logra con un delta-P de 15 a 20 cmH₂O por encima de la Paw programada.
6. Porcentaje de tiempo inspiratorio del 33%. ⁽¹⁾

Estrategia general de manejo y modificación de parámetros

1. FiO₂. Debe ser el primer parámetro que debe disminuirse en función de la gasometría del paciente (SatO₂ ≥90%). Una vez alcanzada una FiO₂ menor o igual al 60% se pasará a modificar otros parámetros.
2. Paw. Posterior a alcanzar la meta de FiO₂ se disminuirá la Paw en decrementos de 1cmH₂O, si es tolerada por el paciente.
3. Amplitud (delta-P). se disminuirá o aumentará cada vez en 5cmH₂O según la PaCO₂ deseada, a más delta-P menor PaCO₂. Cuando sea necesario aumentar la eliminación de CO₂ y ya se haya alcanzado el máximo de delta-P, el siguiente paso será disminuir la frecuencia, de Hz en Hz.

4. Frecuencia. Una vez ajustada la frecuencia deseada, debe mantenerse igual durante todo el proceso de ventilación de alta frecuencia. Únicamente se disminuirá en caso de hipercapnia a pesar de un delta-P máximo.
5. Porcentaje inspiratorio. Se mantendrá siempre al 33%, salvo que no se pueda disminuir la PaCO₂ a pesar de tener el máximo delta-P y la frecuencia mínima (3 Hz), en cuyo caso se aumentará el porcentaje inspiratorio, maniobra ésta de carácter excepcional. ⁽¹⁾

Debido a que la oxigenación tiene relación directa con la presión media de la vía aérea, en la ventilación de alta frecuencia está se mide directamente. Mientras que la eliminación de CO₂ está determinada por el volumen minuto, el cual depende fundamentalmente del volumen corriente o tidal. ⁽¹⁵⁾

Durante la ventilación de alta frecuencia el volumen pulmonar es constante, se mantiene en la parte media de la curva de presión-volumen, evitando las zonas de daño pulmonar por sobredistensión o por desreclutamiento (colapso) y atelectasia. ⁽¹⁵⁾

Criterios de retirada

1. Clínico: cuando el paciente y/o desconexión transitorias no se produzcan desaturaciones significativas ni mantenidas (>10 min), una vez reinstaurada la VAFO.
2. Parámetros objetivos: FiO₂ <40%, Paw <15 cmH₂O, delta-P <40 cmH₂O. ⁽¹⁾

Modo de retirada

1. Se puede cambiar a modalidad ventilatoria convencional, recomendándose:
 - a) Programar el ventilador convencional:
 - Modo: controlado por presión
 - Volumen corriente 6-8ml/kg
 - I:E 1:1
 - PEEP 10
 - Paw similar a la usada en VAFO
 - FiO₂ 10% mayor que la programada en VAFO
 - b) Cuando la FiO₂ ≤ 40, cambiar progresivamente I:E a 1:2
 - c) A continuación disminuir progresivamente PEEP hasta 5 cmH₂O
 - d) Paso a espontánea, utilizando CPAP con presión de soporte u otra modalidad, según criterio médico
2. Alternativamente, puede mantenerse en VAFO y pasarse directamente a ventilación espontánea o a una modalidad no invasiva de presión de soporte. ⁽¹⁾

Criterios de fracaso de VAFO

1. Fallo en mejorar la oxigenación, entendido como la incapacidad de descender la FiO₂ un 10% en las primeras 24 h de VAFO.
2. Fallo en mejorar o mantener una ventilación adecuada, entendido como la incapacidad de mantener una PaCO₂ por debajo de 80-90 cmH₂O (58.4-65.7 mmHg) con un Ph >7.25

Estos criterios de fracaso son relativos, ya que la única alternativa existente al fracaso de VAFO en cuanto a modalidades de oxigenación es el uso de ECMO (oxigenación con membrana extracorpórea) no está disponible en la mayoría de los centros. Por otro lado, el fracaso de la VAFO no indica necesariamente la vuelta a VMC (ventilación mecánica convencional) ya que, en muchos casos, los

pacientes todavía evolucionarán peor con otras modalidades ventilatorias convencionales. ⁽¹⁾

Aunque la ventilación de alta frecuencia ha demostrado su utilidad en diversas patologías, la optimización de la aplicación clínica de mayor relevancia se encuentra en el tratamiento de ARDS. ⁽¹⁵⁾

Para entender y optimizar el uso de la ventilación de alta frecuencia se han desarrollado modelos experimentales con la finalidad de establecer patrones matemáticos que permitan predecir el impacto *in vivo* de la fuga aérea alrededor de la cánula orotraqueal, la aplicación de estos modelos matemáticos se aplicaron específicamente a un grupo de pacientes recién nacidos prematuros de peso bajo y muy bajo al nacer, con resultados muy cercanos a los predichos en cuanto a mejoría de la oxigenación y ventilación, sin embargo, los métodos usados para dichas mediciones conllevan numerosas manipulaciones a la vía aérea para llevar a cabo las mediciones correspondientes y el entendimiento de los modelos matemáticos, por lo que pudiera ser poco aplicable fuera del contexto de la investigación o como práctica rutinaria. ⁽¹⁶⁾

ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN PULMONAR

Ventilación mecánica con hipercapnia permisiva

Permite una PaCO_2 alta manteniendo un $\text{Ph} > 7.20$. Esta es una estrategia de ventilación mecánica denominadas “estrategias protectoras del pulmón”. La hipercapnia es una consecuencia frecuente de estas estrategias. A diferencia de la ventilación mecánica normóxica-normocápnica con alto volumen corriente y bajo PEEP que se ha usado de manera tradicional. ⁽¹⁹⁾

Esta estrategia consiste fundamentalmente, en limitar los volúmenes y las presiones aplicadas sobre la vía aérea y permitir hipercapnia moderada. Teniendo la ventaja demostrada de una disminución en la mortalidad. ⁽¹⁹⁾

Además de optimizar el reclutamiento alveolar con un adecuado nivel de PEEP parece ser mucho más importante que evitar la sobredistensión producida por el uso de volúmenes corrientes elevados. ⁽¹⁹⁾

La American Thoracic Society (ATS) mostró en el año 2000 los resultados de un estudio prospectivo, randomizado y multicéntrico patrocinado por el National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI), comparando V_t 6ml/kg en relación V_t 12ml/kg. Planteando mantener un Ph arterial entre 7.30 – 7.45. Las diferencias estudiadas fueron estadísticamente significativas. ⁽¹⁹⁾

Existen casos de contraindicación de hipercapnia permisiva: siendo absoluta la hipertensión endocraneana; y relativa la cardiopatía isquémica. ⁽¹⁹⁾

En sujetos normales el gasto cardíaco aumenta durante la hipercapnia como resultado del incremento de la actividad simpática, la liberación de catecolaminas y el aumento en la contractilidad del miocardio. Se produce aumento del flujo esplácnico y renal. La presión en la arteria pulmonar sólo aumenta ligeramente. El Ph intracelular se compensa más rápidamente que el Ph extracelular durante la hipercapnia. La inadecuada perfusión tisular se asocia con una marcada acidosis intracelular hipercápnica que no se refleja en la sangre arterial, por esta razón puede considerarse que el Ph arterial no refleja el Ph intracelular, especialmente durante la hipercapnia de comienzo gradual. ⁽¹⁹⁾

Se considera que la acidosis puede resultar beneficiosa en ciertas circunstancias y que su corrección mediante el uso de bicarbonato puede ser perjudicial ya que la acidosis puede facilitar la liberación tisular de oxígeno al desviar hacia la derecha de la curva de disociación de hemoglobina. ⁽¹⁹⁾

Está bien demostrado, que la acidosis intracelular, resulta citoprotectora durante la anoxia tisular y las enzimas degradativas como las fosfolipasas y las proteasas, resultan inactivadas por el Ph ácido. La utilización de ácidos fijos para generar acidosis de reperfusión, aumentan la recuperación del miocardio tras la reperfusión. Este efecto quedó demostrado en la acidosis por hipercapnia y no se apreció en la acidosis metabólica. ⁽¹⁹⁾

Previene el aumento de la permeabilidad capilar que sigue al daño pulmonar agudo, y se ha demostrado que inhibe in vitro la actividad de la xantina oxidasa, una enzima pivote en la injuria por reperfusión isquémica. ⁽¹⁹⁾

La hipercapnia permisiva en el SDRA, puede potenciar la oxigenación tisular, mediante el aumento del gasto cardiaco, además de facilitar la liberación tisular de oxígeno al desviar hacia la derecha la curva de disociación de la hemoglobina. ^(A)

Resulta además altamente protectora en modelos experimentales de daño por reperfusión de pulmones, cerebro y corazón. ⁽¹⁹⁾

Puede alterar la regulación del flujo sanguíneo microvascular y la distribución del flujo sanguíneo entre los órganos, por efectos directos o por estímulos simpáticos. ⁽¹⁹⁾

Volumen tidal bajo, PEEP alto

Se recomienda el reducir el uso de volumen tidal a 5-6ml/kg para tolerar la inevitable hipercapnia, además del uso de PEEP elevado, que también se sumaría al efecto protector del pulmón. ^(19, 20, 21)

El uso de PEEP puede mejorar los índices de oxigenación lo suficiente como para modificar la fisiopatología y evolución de ARDS de tal manera que puede repercutir en la estadificación de acuerdo a los criterios de Berlín. ⁽²⁰⁾

El estudio ARDS Network demostró una reducción de 22% en la mortalidad de los pacientes ventilados tratados con un volumen tidal bajo, posiblemente atribuido a la disminución del daño mecánico sobre el endotelio pulmonar lo cual además contribuye a la disminución en la producción de citocinas proinflamatorias. ^(21,22)

Volumen tidal bajo

Se ha demostrado que el uso de ventilación mecánica con volumen tidal bajo (6ml/kg) causa menos daño celular inducido por ventilación, entendido este como el daño tisular y celular producido de manera directa, a la activación de la respuesta citotóxica y proinflamatoria, así como la producción de altos niveles de citocinas, IL-6 y TNF; en el contexto de infección del tracto respiratorio inferior ocasionado por virus sincitial respiratorio (VSR). Con resultados incluso semejantes a las mediciones realizadas en el contexto de infección por VSR y respiraciones espontáneas. ⁽²³⁾

El estudio denominado ARDS Network demostró que el uso de volumen tidal bajo (rango de 6ml/kg) en contraposición con el uso tradicional de volumen tidal alto (12-15ml/kg), disminuye considerablemente la mortalidad, además esta estrategia también disminuye los días de uso de ventilación mecánica. ⁽²⁴⁾

Decúbito prono

El uso de ventilación en decúbito prono ha demostrado ser útil sobre todo cuando se presenta hipoxemia refractaria. El principal mecanismo por el cual se mejora el intercambio gaseoso en esta modalidad es la redistribución del flujo sanguíneo hacia zonas no colapsadas. ⁽¹⁹⁾

Actúa como una maniobra de reclutamiento regional, primordialmente de regiones dorsales, mejora la eliminación de secreciones. ⁽²²⁾

MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR

CONCEPTOS GENERALES

Son un conjunto de estrategias de ventilación que tienen como objetivo mantener el pulmón abierto, es decir mantener la mayor cantidad posible de alveolos aereados, evitando zonas de colapso o sobredistensión. ⁽²²⁾

Son buenos candidatos para dichas maniobras los pacientes con ARSD grave, en etapas tempranas con cambios difusos en la radiografía de tórax y una baja distensibilidad pulmonar; no existe una técnica ideal, pero la intención con todas ellas es mantener un reclutamiento gradual, con presiones estables, que al llevar a un máximo reclutamiento alcanzable se logró reducir al mínimo el compromiso hemodinámico y la producción de marcadores de daño pulmonar. ⁽²²⁾

TIPOS DE MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR

Pueden ser clasificadas en base al método de la intervención; de tal manera que se tienen maniobras basadas en la presión de la vía aérea, en el modo de ventilación, en la modificación de la pared torácica y finalmente en el posicionamiento del paciente. ⁽²²⁾

A) **BASADAS EN LA PRESIÓN DE LA VÍA AÉREA:** se aplica una presión positiva continua a una Paw (presión de la vía aérea) 35 a 45cmH₂O durante 30 a 40 segundos. Este es el método más común; pero dentro de esta clasificación se incluye también interponer respiraciones amplias a intervalos regulares, de manera aislada o bien en salvas a fin de imitar “suspiros” los cuales se configuran de manera independientes, o activados al llegar a una cierta presión o volumen; otro método es el incremento periódico del PEEP durante unas cuantas respiraciones, o bien diversos métodos que incluyen el incremento de PEEP con una presión pico estable o volumen tidal fijo, dependiendo de la moda usada. ⁽²²⁾

B) **MODO NO CONVECIONALES DE VENTILACIÓN:** ciertos modos no tradicionales de ventilación, tales como la ventilación con liberación de presión de la vía aérea (APRV) y de alta frecuencia oscilatoria (VAFO), las cuales mantienen inherentemente presión media de la vía aérea más alta durante todo el ciclo respiratorio, con lo cual promueve el reclutamiento alveolar, ambas estrategias han demostrado mejorar la oxigenación. ⁽²²⁾

C) **MODIFICACION DE LA PARED TORÁCICA:** parte del principio de que tanto la presión pulmonar como transpleural, varían de un sitio a otro, incluso aunque la capacidad funcional residual parezca no cambiar. El método menos invasivo es permitir la actividad respiratoria espontánea, la expansión activa de la pared torácica disminuye la presión pleural (Plp) y contribuirá a la presión

transpulmonar (Ptp), además las respiraciones espontáneas suaves permiten una distribución más fisiológica del aire dentro de los pulmones. Sin embargo, se debe tener precaución, como en los métodos controlados por presión, los esfuerzos vigorosos pueden causar cambios marcados en la presión transpulmonar, subestimando la presión de la vía aérea, también existe riesgo de desreclutamiento derivado del proceso de exhalación activa, debido a que el volumen pulmonar disminuye por debajo de la capacidad funcional residual en comparación con el proceso de exhalación pasiva de la ventilación controlada.⁽²²⁾

Otras modificaciones a la pared torácica incluyen la descompresión de la pared torácica ocasionada por restricción abdominal, drenaje de derrame pleural, relajación de la musculatura torácica y abdominal, permitir actividad diafragmática.⁽²²⁾

Estudios experimentales han demostrado que la aplicación de presión negativa a nivel abdominal puede ayudar al reclutamiento alveolar y aumento de PaO₂, sin embargo, su uso sostenido se asoció con depresión hemodinámica y acidosis láctica.⁽²²⁾

D) POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE: la posición prona actúa como maniobra de reclutamiento regional, el aumento de la presión transpleural (Ptp) en las regiones dorsales y provocando un cambio en el peso del corazón sobre el pulmón al cambiar su relación en posición ventral. La posición prona permite mejorar la ventilación – perfusión de las zonas dorsales, además de ayudar en la eliminación de secreciones.^(22, 25)

Un reciente estudio prospectivo en pacientes con principios de SDRA, demostró que el uso combinado de decúbito prono más aplicación de maniobra de suspiro, dio lugar a una oxigenación significativa y duradera, en comparación a la misma maniobra de reclutamiento en la posición supina. Otra posición que se lleva a cabo con resultados optimistas es la posición semi-fowler.^(22, 25)

COMPLICACIONES. (NEUMONIA, VOLU-BAROTRAUMA)

LESION PULMONAR INDUCIDA POR EL RESPIRADOR

La propia ventilación mecánica puede dañar al pulmón e inducir o perpetuar la situación de lesión pulmonar aguda. Este fenómeno se produce tanto en los pulmones sanos, como aquellos ya previamente dañados.⁽²⁶⁾

Los mecanismos por los que la ventilación mecánica puede ocasionar una lesión pulmonar inducida por el respirador (VILI) son:

1. Barotrauma: es una lesión que se produce por cambios de presión.
2. Volutrauma: sobredistensión del tejido pulmonar, provocado por el efecto de volumen. En este caso el daño pulmonar agudo está caracterizado por la alteración progresiva de la mecánica pulmonar y el deterioro del intercambio gaseoso aún sin que exista barotrauma.
3. Atelectrauma: también existe evidencia de que el uso de bajo volumen corriente, puede originar injuria alveolar, conocido como atelectrauma. Se produce por el mecanismo de cierre y apertura cíclico de las unidades alveolares cerradas y da lugar a fenómenos de carácter inflamatorio (fenómeno

de reclutamiento/desreclutamiento). Otro mecanismo posible de daño por Vt (volumen tidal) bajo sería por inhibición de la producción de surfactante, contribuyendo a la atelectasia y al aumento de la permeabilidad microvascular. Estas lesiones pueden corregirse con aumento de PEEP, que recluta alvéolos y los mantiene abiertos, estabilizándolos y provocando un aumento de la compliance. El PEEP ejerce un efecto favorable sobre la integridad alveolar, disminuyendo la filtración de agua y solutos y secundariamente preservando al surfactante.

4. Biotrauma: se denomina así al efecto de la ventilación mecánica sobre la respuesta inflamatoria. Se ha demostrado que al manejarse a los pacientes con volumen tidal alto, hay un aumento de citoquinas proinflamatorias.

Dentro de los cambios en la cascada inflamatoria se encuentra: activación del complemento, amplia producción de citoquinas, activación de fosfolipasa A₂ y de la óxido nítrico sintetasa en su forma inducible.

5. Toxicidad por el oxígeno: el uso de altas concentraciones de oxígeno, sobretudo en un pulmón previamente lesionado, origina gran cantidad de radicales libres, los cuales empeoran el daño pulmonar. Esta toxicidad depende tanto del tiempo de exposición como de la fracción inspirada. Estos radicales libre de oxígeno (peróxido de hidrógeno, radicales hidroxilos y aniones superóxido=, inducen fenómenos de apoptopsis del epitelio alveolar, además de alteraciones de las funciones celulares, principalmente a nivel mitocondrial. ⁽²⁶⁾

NEUMONIA ASOCIADA A VENTILACIÓN

Cuando se realiza la laringoscopia y se introduce la cánula por la cavidad oral, se facilita la colonización traqueobronquial debido al mecanismo de arrastre, laceración de la mucosa, disfunción ciliar, trauma directo, microaspiración, aspiración masiva y desecación de las secreciones. Si la inoculación es “leve”, las bacterias serán eliminadas por los macrófagos alveolares o por los cilios. Cuando la inoculación causada es mayor y la respuesta inmune innata y las barreras mecánicas no son suficientes para contender contra la colonización de los patógenos, se inicia una respuesta inmune humoral. Sin embargo cuando esta se ve superada, las bacterias proliferan causando neumonía. ^(26, 27)

El mecanismo de aspiración es el más frecuente en la etiología de la NAV, desde el tracto respiratorio superior por el espacio existente entre el tubo traqueal y las paredes de la tráquea y son conducidos a los alveolos. El estómago es otro reservorio de microorganismos (Candida spp.), gran número de especies bacterianas Gram-negativas y S. aureus se encuentran presentes en aspirados gástricos, especialmente en pacientes que presentan aclorhidria, debido al consumo de inhibidores de la bomba de protones o antiácidos. El uso de nutriciones enterales (NET) con Ph 6.4 y 7.0 se asocia a la proliferación de gérmenes Gram-negativos. ⁽²⁶⁾

Las sondas nasogástricas (SNG) producen una disrupción del mecanismo de barrera que representan los esfínteres esofágicos superior e inferior. De esta manera, facilitan la migración de bacterias gástricas a la faringe y de ahí al tracto respiratorio. ⁽²⁶⁾

El uso inadecuado de los ventiladores y de sus aditamentos también representa una vía de ingreso al tracto respiratorio para los gérmenes. Este riesgo en la utilización de los equipos utilizados es causado por la contaminación de los mismos al prepararlos o al uso de equipos contaminados. ⁽²⁶⁾

La colonización en los circuitos del ventilador, sobre todo en el extremo que se encuentra conectado al paciente y en el agua del condensador (cascada), es una importante fuente de proliferación bacteriana. ⁽²⁶⁾

La colonización de las vías respiratorias de los pacientes se presenta durante las primeras 24 horas del inicio de la ventilación mecánica. La proliferación bacteriana, sobre todo de gérmenes tan virulentos como *Pseudomonas* y *Acinetobacter*, se da en el nebulizador y en el condensado de vapor de agua. Esto sucede en las primeras 24 a 48 horas del inicio de la ventilación mecánica. La colonización es más frecuente cuando se lleva a cabo una técnica abierta de aspiración de secreciones y no se siguen las precauciones universales para la prevención de infecciones (poniendo especial cuidado en el lavado de manos antes y después de aspirar la vía aérea, el uso de guantes, cubrebocas y el empleo de sistemas de aspiración cerrados). ⁽²⁶⁾

RESERVORIOS QUE INTERVIENEN EN LA NEUMONIA ASOCIADA A VENTILACIÓN MECÁNICA (NAVM, NAM) [PACIENTE INTUBADO]. ⁽²⁶⁾

RESERVORIOS ENDÓGENOS	<ul style="list-style-type: none"> a) Boca (orofaringe) b) Estómago c) Senos paranasales d) Bacterias secundarias e) Infecciones distantes
RESERVORIOS EXÓGENOS	<ul style="list-style-type: none"> a) Cánula endotraqueal, circuitos ventilatorios, humidificadores, filtros, sistemas de aspiración, reservorio de agua (cascada) y el mismo ventilador
FACTORES FORTUITOS	<ul style="list-style-type: none"> a) Broncoaspiración b) Deficiencias al armar el ventilador (contaminación del sistema) c) Laceración de mucosa oral en la técnica de laringoscopia

El desarrollo de neumonía después de 48hrs de uso de ventilación mecánica se denomina como neumonía asociada a ventilador (ventilator associated pneumonia, por sus siglas en inglés VAP). La posibilidad adquirir VAP se incrementa en 1-3% por cada día de ventilación mecánica. ⁽²⁷⁾

Basado en el tiempo de aparición de la neumonía se clasifica como de inicio temprano (<96hrs) o tardío (>96 hrs). ⁽²⁷⁾

La mortalidad global por neumonía asociada a ventilador varía de 24 a 50%, sin embargo, el impacto real depende de otros factores como son: edad, comorbilidades, severidad de la enfermedad que condicionó el uso de ventilación mecánica, resistencia de los microorganismos a los antibióticos, siendo en esta última situación de hasta 76%. Por lo tanto la posibilidad de presentar VAP como el pronóstico para su evolución está determinados por diversos factores como son la severidad de la enfermedad primaria, duración de la intubación, número de reintubaciones y la competencia inmunológica del huésped. ⁽²⁷⁾

Los microorganismos más comúnmente reportados asociados a VAP incluyen *Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella Pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*, en diversas proporciones según la serie que se revise. ^(B)

Dentro de los factores que han resultado estadísticamente significativos como riesgo para desarrollo de VAP se encuentran: uso de esteroides a los cuales se

les ha atribuido un efecto supresor de la inmunidad innata y adquirida, la re-intubación está asociada con la transferencia de organismos desde el tracto respiratorio superior al inferior lo que puede explicar la alta incidencia de VAP en estos casos; la mayoría de los casos de VAP de inicio temprano están asociados con microorganismos menos virulentos considerados meticilino-sensibles como: *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae*; mientras que para los casos de VAP de inicio tardío es más factible reconocer una alta prevalencia de microorganismos resistentes a múltiples drogas. ⁽²⁷⁾

Siendo evidente que la presencia de VAP resulta en un incremento en la utilización de recursos, así como ventilación mecánica prolongada, incluyendo la necesidad de traqueostomía y mayor estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). ⁽²⁷⁾

La neumonía asociada a ventilación mecánica (NAV) en niños y adultos es la infección nosocomial más frecuente en las unidades de cuidado intensivo y contribuye de manera importante a la mortalidad. Tiene una incidencia de 9 hasta 65% y mortalidad hasta del 70%; la tasa de incidencia es de 6 por 1,000/día ventilación. ⁽²⁸⁾

En otras series se reporta una prevalencia de 7.8 a 21.6%, asociándose con hospitalización prolongada y atribuible como causa de mortalidad en un 15 a 45%. En los pacientes sometidos a cirugía cardíaca se suma a otros factores de riesgo como son: uso de dispositivos invasivos, uso de circulación extracorpórea, eventos quirúrgicos múltiples. ⁽²⁸⁾

En la edad pediátrica, los factores asociados a NAV son: edad menor a dos años, estancia hospitalaria prolongada, severidad de la patología de base, procedimientos invasivos, falta de higiene en el personal de salud y en el área física entre otros. ⁽²⁸⁾

El diagnóstico se realiza cuando en un paciente con asistencia mecánica ventilatoria por más de 48 horas, se presentan datos clínicos y de laboratorio de respuesta inflamatoria sistémica, cambios radiológicos de neumonía y cultivos de secreciones bronquiales con desarrollo de algún germen, generalmente la asistencia ventilatoria se tiene que prolongar. ⁽²⁸⁾

Criterios para el diagnóstico de neumonía asociada a ventilación (NAV)

1. Fiebre, hipotermia o distermia
 2. Tos
 3. Esputo purulento o drenaje purulento a través de cánula endotraqueal que al examen microscópico en seco débil muestra <10 células epiteliales y >20 leucocitos por campo
 4. Signos clínicos de infección de vías aéreas inferiores
 5. Radiografía de tórax compatible con neumonía
 6. Identificación de microorganismo patógeno en esputo, secreción endotraqueal o hemocultivo.
- Cuatro criterios hacen el diagnóstico, pero si sólo se presentan los criterios 4 y 5 son suficientes para el diagnóstico.

Fuente: NOM-EM-002-SSA2-2003. Norma oficial mexicana de emergencia para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales. ⁽²⁸⁾

Adicionalmente a los criterios establecidos para diagnóstico de NAV propuestos en la NOM-EM-002-SSA2-2003, el CDC (Center for Disease Control and Prevention) sugiere que una reducción en el índice de Kirby de al menos 15% en las 48 horas previas también criterio diagnóstico de NAV. ⁽²⁹⁾

HIPERINSUFLACIÓN

Una causa de mayor morbilidad y mortalidad en los pacientes con EPOC y asma, es la excesiva hiperinsuflación dinámica pulmonar con presión positiva al final de la espiración (PEEP intrínseca o auto-PEEP). Las modalidades ventilatorias más empleadas son la presión de soporte con PEEP y el modo BIPAP si el estímulo respiratorio es insuficiente. Se recomienda emplear el tubo orotraqueal de mayor diámetro posible para disminuir las resistencias y optimizar la limpieza de secreciones. Los factores asociados a la lesión pulmonar inducida por el ventilador que hay que considerar en la programación inicial del ventilador para prevenir su aparición son el volutrauma/barotrauma, atelectrauma y la toxicidad asociada a la oxigenoterapia ($FiO_2 > 0.5-0.6$). Intentando prolongar al máximo el tiempo espiratorio mediante una baja frecuencia respiratoria y relación I:E con el fin de minimizar la PEEPi y el atrapamiento aéreo, administrando la suficiente ventilación como para mantener un $Ph > 7.15$, empleándose volumen tidal bajo (5-8ml/kg) para evitar presiones plateau >30 mmHg. El ajuste del trigger debe ajustarse habitualmente en -1 a 2cmH₂O cuando es de presión y en 2L/min cuando es de flujo. Un trigger excesivamente sensible activará más ciclos de los necesarios, generando alcalosis respiratoria, mientras que un trigger demasiado alto (“duro”) incrementará el trabajo respiratorio. ⁽³⁰⁾

La hiperinsuflación dinámica aparece cuando el volumen pulmonar al final de la espiración es superior a la capacidad residual funcional como consecuencia del vaciado insuficiente del pulmón, al iniciarse la inspiración antes de que finalice la espiración precedente. ⁽³⁰⁾

BAROTRAUMA

Dependiendo de las presiones intratorácica, subglótica, traqueobronquial y transpulmonar alcanzadas será la manifestación obtenida, de tal forma que presiones alrededor de 40 cmH₂O ocasionan enfisema intersticial, las superiores a 50 cmH₂O causan enfisema mediastínico y si sobrepasan 60 cmH₂O dan lugar a enfisema subcutáneo y neumoperitoneo. ^(31, 32, 33)

La lesión pulmonar inducida por la ventilación (VILI) ocurre al final de la espiración por un nivel de PEEP insuficiente para evitar el colapso-reapertura alveolar cíclico, y al final de la inspiración, por empleo de presión meseta o volumen corriente (Vt) elevados capaces de inducir sobredistensión alveolar por trasgresión de un umbral de seguridad de presión transpulmonar (Ptp), Ocasionando de esta manera un stress mecánico global y/o regional aplicado a un pulmón con escasa capacidad de aireación (lo que en algunos textos se refiere como “baby lung”). ⁽³⁴⁾

VAFO Y VOLUTRAUMA

La ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO) es una modalidad que emplea pequeños volúmenes corrientes con rápidas frecuencias respiratorias, reduciendo las presiones pico y menos variaciones de volumen, con ello disminuye el riesgo de volutrauma y barotrauma, y al permitir descender la FiO_2 , menor toxicidad de oxígeno. ^(30, 31)

Al basarse en una estrategia de apertura pulmonar no se produce el fenómeno de apertura y cierre reiterativo de las unidades alveolares, se evita la cascada de liberación de citoquinas pro-inflamatorias en el pulmón y hacia la circulación sistémica (biotrauma), las que inducen daño en otros parénquimas (falla orgánica múltiple).⁽³⁰⁾

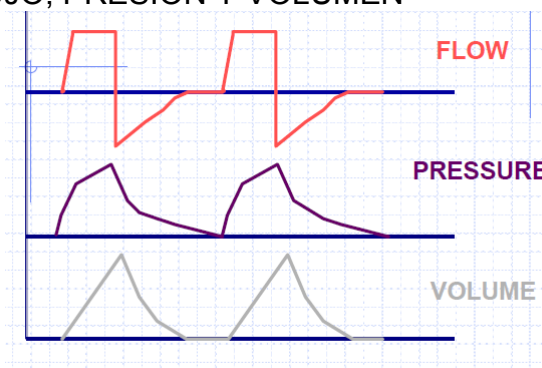
En general, la lesión pulmonar inducida por ventilación (VILI) es resultado de volumen tidal relativamente alto causando distensión alveolar y en general de las vías respiratorias, pérdida de surfactante y/o daño tisular mecánico. Además de demostrarse a través de modelos animales que la ventilación mecánica en el contexto de infección por VSR está relacionada con respuestas celulares pulmonares y expresión de itosinas específicas, así como perfiles de transcripción específica de genes completamente diferentes a los observados en la respiración espontánea.⁽³⁰⁾

CURVAS DE VENTILACIÓN.

Las curvas son la representación gráfica de los cambios que presenta una variable determinada (volumen, presión o flujo). Dichos cambios se pueden representar con respecto al tiempo, o bien con respecto a otra variable; de tal forma que darán lugar a gráficas lineales y a lazos (también llamados bucles). Así se tendrían curvas de volumen-tiempo, presión-tiempo, flujo-tiempo, flujo-volumen y volumen-presión.^(1, 34)

El análisis de estas curvas, permitirá analizar el estado clínico y optimizar la estrategia ventilatoria, siendo además una herramienta para evitar complicaciones asociadas a la ventilación. Con la ventaja de que permite valorar la evolución en ambas fases del ciclo respiratorio.^(1, 34)

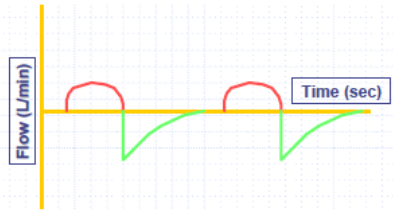
CURVAS DE FLUJO, PRESIÓN Y VOLUMEN



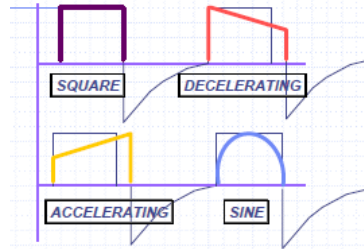
Las gráficas lineales se distinguen en tres tipos de gráficas con respecto al tiempo (flujo-tiempo, volumen-tiempo, presión-tiempo).^(1, 34)

GRÁFICA FLUJO-TIEMPO

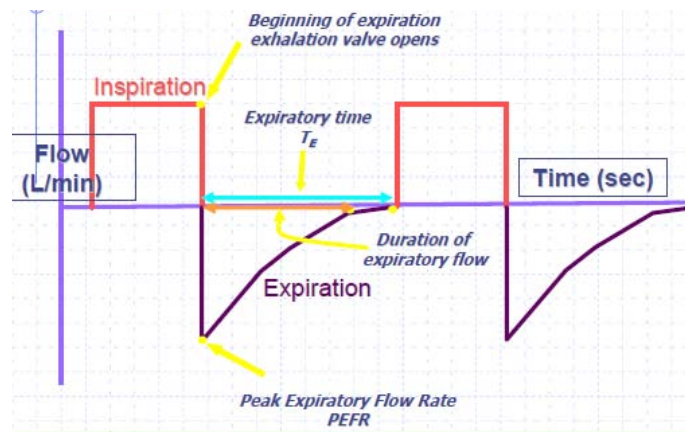
1. Respiración espontánea. En el eje X estará el tiempo y en el eje Y el flujo. Está compuesta por una fase positiva (inspiración) y otra negativa (espiración). La fase inspiratoria tiene una forma curva.^(1,34)



2. Respiración controlada. Su forma dependerá del tipo de entrega de flujo por parte del ventilador. Siendo: a) cuadrado, b) acelerado, c) desacelerado y d) sinusal. ^(1,34)



En esta gráfica es posible identificar la fase inspiratoria (positiva) y la espiración (negativa), el inicio de la espiración (con la deflexión que indica la apertura de la válvula de exhalación), asimismo se determina el tiempo espiratorio y el flujo pico de exhalación. ^(1, 34)



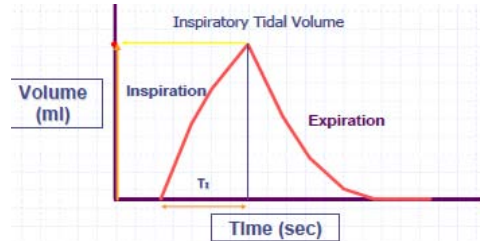
También es posible identificar variaciones de acuerdo a la evolución del paciente:

- Obstrucción. En la fase espiratoria se disminuye la profundidad pero se incrementa el tiempo espiratorio.
- Espiración activa. El pico de flujo espiratorio se incrementa, acompañándose de un tiempo espiratorio corto.
- Broncoespasmo. El flujo espiratorio se acorta y el tiempo espiratorio se prolonga. La respuesta al uso de broncodilatador se manifestará como un aumento el pico de flujo espiratorio y acortamiento del tiempo espiratorio.
- Atrapamiento aéreo que condiciona auto PEEP. Se identifica porque la fase espiratoria no termina en el 0 del eje X y antes de que termine la fase espiratoria sobreviene un nuevo ciclo respiratorio. Dentro de las causas de auto PEEP se encuentra: tiempo espiratorio inadecuado, frecuencia respiratoria muy alta, tiempo inspiratorio prolongado y exhalación prolongada durante el broncoespasmo. ^(1, 34)

GRÁFICA VOLUMEN-TIEMPO

El volumen generado llega a un pico máximo representado por el vértice de un triángulo, con el análisis de esta gráfica se identifica el trazo inspiratorio, el tiempo correspondiente al tiempo inspiratorio. ^(1, 34)

La fase inspiratoria inicia en el eje X en el 0 y termina en el vértice del triángulo, la fase espiratoria inicia en este vértice y termina nuevamente en el eje X. ^(1, 34)



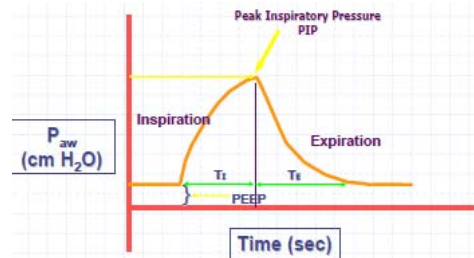
Las variaciones que podemos encontrar se deben a:

- Fuga de aire. En este caso la fase espiratoria no llega al eje de las X, el siguiente ciclo se inicia con el trazo inspiratorio desde el 0 del eje X (tiempo).
- Exhalación activa. Se observa que la fase espiratoria termina por debajo del eje X. ^(1,34)

GRÁFICA PRESIÓN-TIEMPO

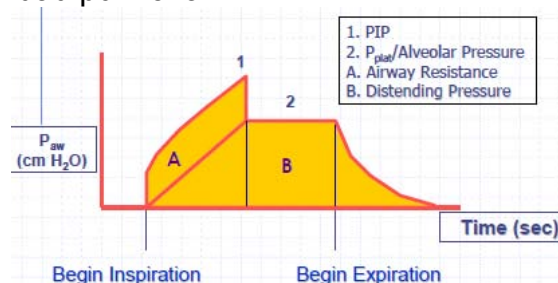
Permite distinguir entre ventilación espontánea y mecánica controlada, al igual que en otras gráficas, la respiración espontánea se caracteriza por una fase positiva y una fase negativa (inspiración y espiración respectivamente). En comparación con la ventilación mecánica la cual es a presión positiva. ^(1,34)

En este caso la fase inspiratoria no inicia en 0 del eje X, asimismo la fase espiratoria no termina en 0 del eje X, debido a que se mantiene por sobre el nivel de PEEP. ^(1, 34)



Asimismo es factible identificar el esfuerzo respiratorio del paciente representada por una muesca negativa al inicio de la gráfica inspiratoria. ^(1,34)

Siendo posible además establecer puntos clave en cuanto a niveles de presión, resistencia y distensibilidad pulmonar. ^(1, 34)



En esta gráfica se observa el inicio de la inspiración y progresivamente el aire va entrando al pulmón elevando la presión de la vía aérea hasta que llega a un punto máximo conocida como presión máxima o Pmax (1); el área bajo la curva en la sección A corresponde a las resistencias de la vía aérea (Raw); el área bajo la curva en la sección B corresponde a la presión de distensión pulmonar. El área desde el inicio de la sección B y hasta que inicia la espiración señala el tiempo de pausa, durante este periodo las válvulas inspiratoria y espiratoria se encuentran cerradas y el aire dentro del pulmón lleva a cabo movimientos progresivos hasta que se equilibra la presión y concentración en todos los alveolos; esto a su vez genera una meseta en la gráfica en la cual la presión dentro del pulmón permanece constante, esta presión se conoce como presión plateau o presión meseta y es la presión promedio alveolar cuando el flujo es cero. El inicio de la fase de espiración se dispara con la apertura de la válvula espiratoria que conllevará a un descenso en la presión de la vía aérea. ^(1, 34)

En condiciones normales el paciente ventilado la presión va aumentando hasta el punto máximo conocido como P_{máx} o PIP (peak inspiratory pressure). Al realizar una pausa inspiratoria la presión dentro del pulmón disminuirá progresivamente hasta formar una meseta en la gráfica y mantenerse constante, esa presión se le conoce como presión plateau o presión meseta y es la presión promedio alveolar cuando el flujo es cero. ^(1, 34)

La presión plateau o alveolar o meseta (P_{plat}, P_{pt}) se alcanza cuando las válvulas inspiratorias y espiratoria se encuentran cerradas de tal manera que el aire dentro del pulmón se homogeniza y la presión de los alveolos se equilibra. ^(1, 34)

La compliance dinámica es el movimiento de retracción de la caja torácica y todos sus tejidos. Ocurre después del cierre de la válvula inspiratoria cuando se llega a la presión pico. ^(1,34)

La compliance estática se conoce a la relación que existe entre el volumen insuflado y la presión producida, en este momento no existe movimiento de aire dentro de los alveolos. ^(1,34)

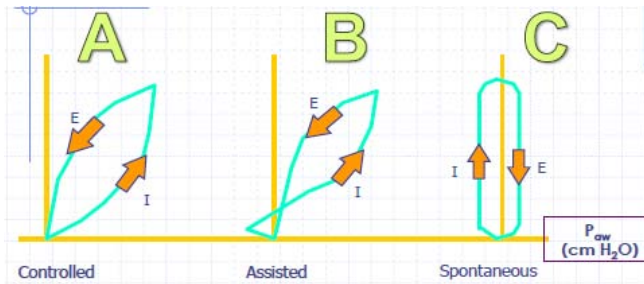
Durante el seguimiento del paciente con ventilación mecánica es posible identificar cuando existe un aumento de las resistencias respiratorias debido a que la PIP se eleva más allá del nivel que manejaba, el ejemplo de esta situación es un evento de broncoespasmo. ^(1,34)

La típica gráfica de un paciente con SDRA se caracteriza por una diferencia corta entre la PIP y P_{pt}, generalmente menor de 5cmH₂O. Un pulmón rígido generará más presión por unidad de volumen de aire inspirado, por ello afectará también la P_{pt} acercándola al nivel de PIP. ^(1, 34)

CURVA PRESIÓN-VOLUMEN (LAZO O BUCLE PRESIÓN-VOLUMEN)

Representa los cambios que se producen en el volumen pulmonar respecto a los cambios en la presión durante el ciclo respiratorio. ^(1, 34)

1. Tipo de respiración. De acuerdo a la forma de esta curva es posible evaluar si se trata de una ventilación controlada, asistida o espontánea. ^(1, 34)

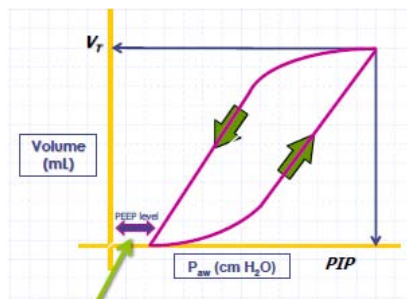


Tipo A. Respiración controlada. Tiene forma de hoja. El asa inspiratoria se representa como I, la fase espiratoria con E. (1,34)

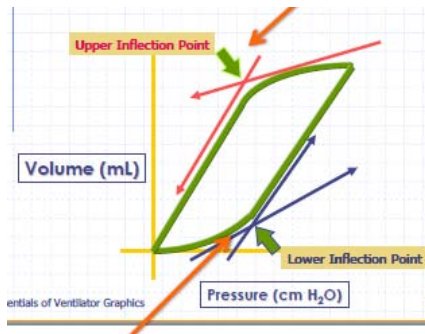
Tipo B. Respiración asistida. Tiene forma de “pescado”: Donde la cola es el esfuerzo de presión negativa iniciado por el paciente.

Tipo C. Respiración espontánea. Tiene forma oval con eje largo longitudinal. La fase inspiratoria (I) es un esfuerzo negativo. (1,34)

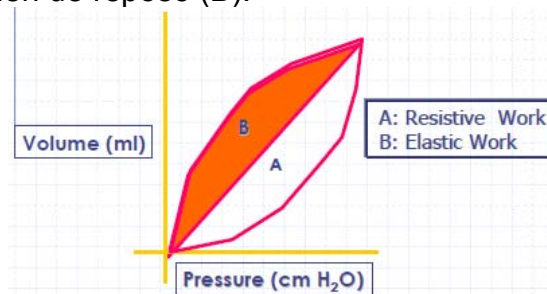
2. Nivel de PEEP. Se aprecia en el eje de presión y desplazará hacia la derecha el inicio de la gráfica. (1,34)



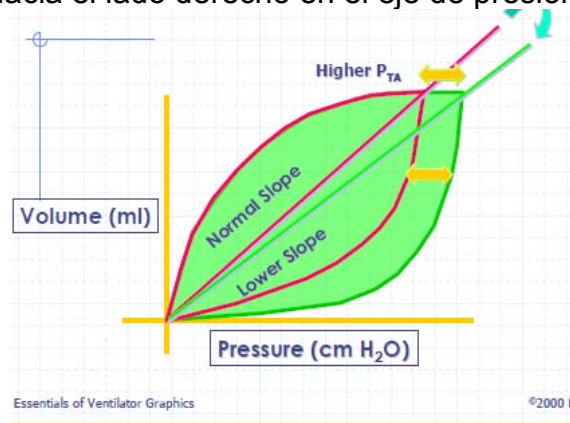
3. Punto de inflexión superior e inferior. El superior describe el momento en el cual la mayoría de aire inspirado sale de los alveolos y el inferior es el momento en el que se vencen las resistencias del árbol respiratorio y los alveolos se insuflan. (1,34)



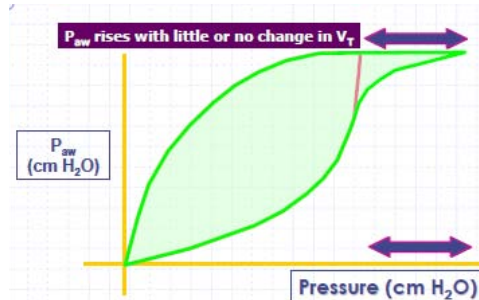
4. Resistencia y elasticidad pulmonar. Al dividir la curva quedará un área correspondiente al trabajo que se requiere para vencer las resistencias del pulmón (A) y en la fase espiratoria se describirá el trabajo elástico del pulmón para volver al volumen de reposo (B). (1,34)



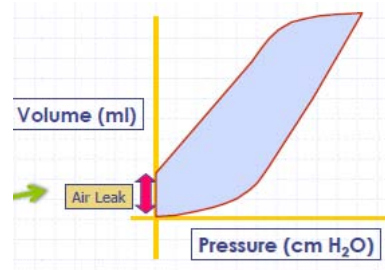
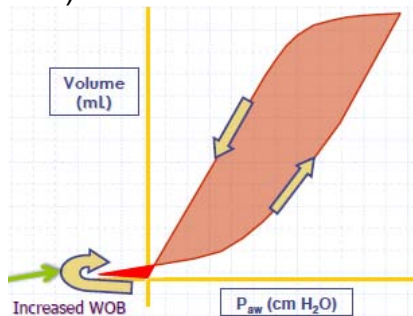
5. Compliance. Las desviaciones de la curva hacia la derecha o izquierda permitirán valorar la evolución del estado pulmonar; una disminución de la compliance se traducirá en mayor presión para alcanzar el mismo volumen, mientras que si la curva se desvía hacia la izquierda se tratará de eventos que mejoran la compliance al disminuir la presión necesaria para un volumen determinado. ^(1,34)
6. Resistencias respiratorias. El aumento de estas se verá reflejado como un desplazamiento hacia el lado derecho en el eje de presión. ^(1,34)



7. Sobredistensión. Tiene forma de “pico de cisne”. Cuando el pulmón está generando más presión para conseguir el volumen que se ha determinado como fijo y las propiedades elásticas del pulmón se encuentran limitadas para alcanzar dicho volumen se lleva a cabo una sobredistensión pulmonar y riesgo de barotrauma; se incrementará la presión en la vía aérea con mínimo o ningún cambio en el volumen tidal. ^(1,34)



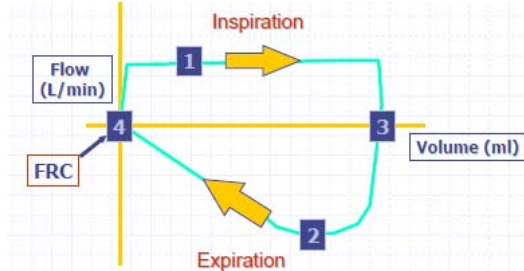
8. Otras anomalías como esfuerzo respiratorio por sensibilidad inadecuada y fuga aérea. Al presentarse estas anomalías podrá verse reflejado como patrones característicos en esta curva. El primero como una prolongación de la curva hacia el lado negativo, debido al esfuerzo del paciente (gráfica con forma de pescado, el esfuerzo del paciente se apreciará como “la cola del pescado”); en la fuga de aire se identificará porque el asa espiratoria no termina en el eje x (presión). ^(1,34)



CURVA FLUJO-VOLUMEN (LAZO O BUCLE FLUJO-VOLUMEN)

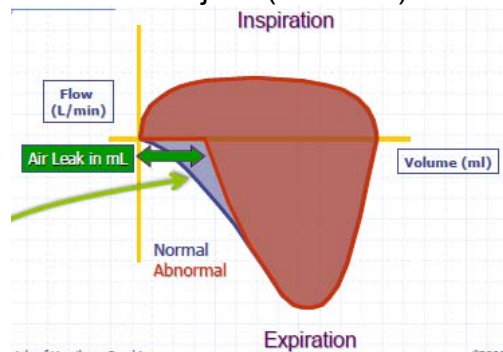
Representa los cambios que se producen en el flujo de la vía aérea respecto a los cambios de volumen pulmonar durante el ciclo respiratorio. ^(1,34)

En esta curva es posible distinguir no solo la fase inspiratoria y espiratoria en conjunto, sino además el inicio de cada una de ellas. ^(1,34)

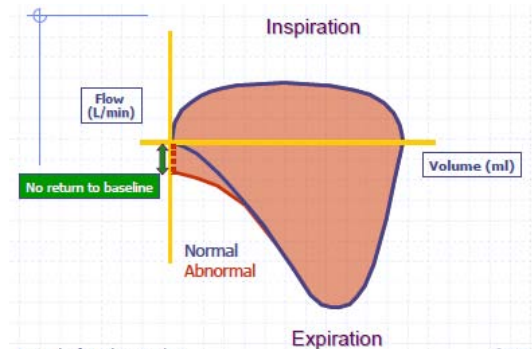


Corresponde a esta gráfica: 1) fase inspiratoria, 2) fase espiratoria, 3) inicio de la espiración e 4) inicio de la inspiración. ^(1,34)

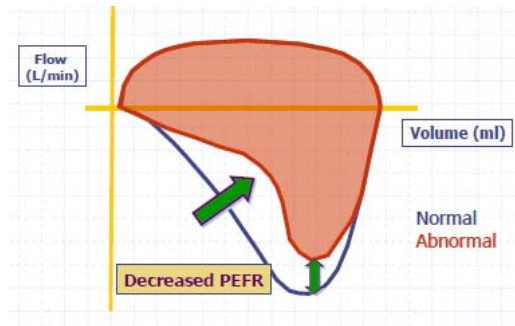
1. Fuga aérea. Se distingue por que el lazo que corresponde a la fase espiratoria termina prematuramente en el eje X (volumen) sin cerrar el bucle. ^(1,34)



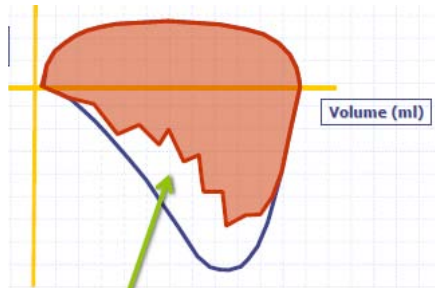
2. Atrapamiento aéreo. Se refleja cuando el ciclo termina en el lado negativo del eje Y (flujo). ^(1,34)



3. Incremento en la resistencia de la vía aérea. Se reflejará como una fase espiratoria más prolongada hacia el lado negativo (Flujo), haciendo la gráfica "más picuda". ^(1,34)



4. Secreciones en la vía aérea / agua en el circuito. La forma clásica de “dientes de sierra” que corresponde a la presencia de líquido en el sistema respiratorio o en el circuito del ventilador. ^(1,34)



IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entendemos que la ventilación mecánica es la técnica de soporte vital al paciente grave mediante la cual se realiza el movimiento de gas hacia y desde los pulmones por medio de un equipo externo conectado directamente al paciente, teniendo como principal indicación la presencia de insuficiencia respiratoria, sin embargo, no limitado a ella. Al ser una técnica invasiva no está exenta de riesgos y complicaciones, se ha descrito que se genera daño pulmonar asociado a ventilación por diversos mecanismos; Al ser una herramienta tan valiosa es importante utilizarla en las condiciones más apropiadas de tal manera que se optimice tanto su uso como se eviten complicaciones derivadas de su empleo; considerando lo anterior, es importante saber ¿Cuál es la experiencia del uso de ventilación mecánica invasiva en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital para el Niño Poblano, durante el período de enero a diciembre de 2013?

V. JUSTIFICACIÓN:

Este estudio se justifica en la necesidad de dar a conocer la experiencia con el uso de ventilación mecánica como técnica habitual para el manejo de los pacientes que requieren ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, determinando su tiempo promedio de uso, identificando el tipo de ventilación usada (convencional vs VAFO), identificación de complicaciones asociadas (neumotórax, neumonía), así como la supervivencia de los pacientes sometidos a ventilación mecánica.

VI. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Documentar la experiencia del uso de ventilación mecánica invasiva (VMI) en los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) en el último año.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la frecuencia con la cual se usa ventilación mecánica invasiva en los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital para el Niño Poblano.
2. Investigar las principales indicaciones para el inicio de soporte mecánico ventilatorio de acuerdo al objetivo clínico buscado.

3. Enunciar el porcentaje de ventilación mecánica convencional vs ventilación de alta frecuencia (VAFO) usados en la UCIP.
4. Analizar el tiempo promedio de uso de ventilación mecánica de los pacientes ingresados a UCIP.
5. Identificar la frecuencia de complicaciones asociadas al empleo de ventilación mecánica (neumotórax y neumonía).
6. Determinar la mortalidad de pacientes ingresados a UCIP sometidos a ventilación mecánica.
7. Identificar la mortalidad de los pacientes ingresados a UCIP sometidos a ventilación mecánica a su egreso hospitalario.

VII. HIPÓTESIS:

No requiere por el tipo de estudio realizado.

VIII. METODOLOGIA:

TIPO DE ESTUDIO: observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo, retrolectivo, homodemico y unicentrico.

UNIVERSO DE TRABAJO: expediente electrónico de aquellos pacientes que fueron ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital para el Niño Poblano sometidos a ventilación mecánica.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Expediente electrónico de pacientes de ambos géneros
- Expediente electrónico de pacientes que fueron ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital para el Niño Poblano.
- Expediente electrónico de aquellos pacientes en cuya estancia ameritaron de soporte mecánico ventilatorio invasivo.
- Expediente electrónico de aquellos pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital para el Niño Poblano durante el lapso comprendido del 1° de enero al 31 de diciembre de 2013.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Expediente electrónico de aquellos pacientes que a su ingreso o durante su estancia en UCIP del Hospital para el Niño Poblano no requirieron de soporte mecánico ventilatorio
- Expediente electrónico de aquellos pacientes que fueron dados de alta por traslado a otra unidad hospitalaria
- Expediente electrónico de aquellos pacientes que continuaron hospitalizados en UCIP u alguna otra área del Hospital, al término del lapso de tiempo analizado.
- Expediente electrónico de aquellos pacientes de los cuales no se logró tener acceso por falla en el sistema o bien con datos incompletos.

TAMAÑO DE LA MUESTRA:

Se captó la información pertinente a través del expediente electrónico de aquellos pacientes que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión, durante el período comprendido del día 1° de Enero al 31 de Diciembre de 2013, el tipo de muestra es determinístico y el tamaño de la muestra está dado por conveniencia.

CAPTACIÓN DE LA INFORMACIÓN:

Se captó la información pertinente de los pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital para el Niño Poblano, durante el periodo correspondiente de Enero a Diciembre de 2013, que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión.

Del expediente clínico electrónico se tomaron los datos registrados [edad, género, diagnóstico que motivó el soporte mecánico ventilatorio, días de estancia en UCIP, días de ventilación mecánica, tipo de ventilación mecánica, complicaciones derivadas de la ventilación mecánica (neumotórax, neumonía), tipo de egreso de UCIP (mejoría, defunción), tipo de egreso hospitalario (mejoría, defunción)].

Todos los datos se vaciaron en una hoja de recolección de los mismos (anexo 1), para su análisis estadístico.

IX. DEFINICIONES OPERACIONALES

Género: variable cualitativa, nominal, dicotómica (masculino / femenino). De acuerdo al sexo biológico.

Edad: variable cuantitativa discontinua. Se determinó con base a la edad en meses al momento del ingreso a UCI tomando como referencia la fecha de nacimiento contenida en el expediente electrónico.

Días de estancia en UCI: variable cuantitativa discontinua, definida como el número de días transcurridos desde el ingreso a la unidad de cuidados intensivos hasta su egreso de la misma.

Días de estancia hospitalaria: variable cuantitativa discontinua, definida como el número de días transcurridos desde el ingreso al hospital hasta la fecha de su egreso del mismo.

Días de ventilación mecánica: variable cuantitativa discontinua. Número de días que el paciente permaneció con soporte mecánico invasivo en cualesquiera de sus modalidades durante su estancia en la unidad de cuidados intensivos.

VARIABLES DE ESTUDIO:

a) variable independiente: uso de ventilación mecánica convencional, uso de ventilación de alta frecuencia, tiempo de estancia en UCIP y hospitalaria, tiempo de uso de ventilación mecánica, complicaciones asociadas a ventilación mecánica (neumotórax, neumonía nosocomial)

b) variable dependiente: edad, género, diagnóstico que motivó el inicio de ventilación mecánica, estado final (mejoría o defunción)

c) Relación lógica entre las variables

d) Dimensión espacio-temporal: análisis de datos obtenidos a partir de los pacientes ingresados a UCIP en el Hospital para el Niño Poblano durante el período de Enero a Diciembre de 2013.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE
Ventilación mecánica	Técnica de soporte vital mediante la cual	Se tabulará de acuerdo a su existencia o	Nominal dicotómica

	se realiza el movimiento de gas hacia y desde los pulmones por medio de un equipo externo conectado directamente al paciente	ausencia	
Ventilación mecánica convencional	Técnica de ventilación mecánica invasiva en modalidad asisto-controlada, limitada por volumen o presión	Se tabulará de acuerdo a su existencia o ausencia	Nominal dicotómica
Ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO)	Técnica de ventilación mecánica invasiva que emplea volumen corriente menor o igual al espacio muerto anatómico con una frecuencia respiratoria suprafisiológica,	Se tabulará de acuerdo a su existencia o ausencia	Nominal dicotómica
Complicaciones derivadas de ventilación mecánica	Estados patológicos condicionados por el uso de ventilación mecánica.	Se tabulará de acuerdo a su existencia o ausencia	Nominal dicotómica

a) Neumotórax	Acumulación de aire en la cavidad pleural entre las hojas parietal y visceral, derivado del barotrauma o volutrauma desencadenado por el uso de ventilación mecánica invasiva.	Se tabulará de acuerdo a su existencia o ausencia	Nominal dicotómica
b) Neumonía asociada a ventilación	Neumonía que se presenta en pacientes con asistencia mecánica ventilatoria a través de un tubo endotraqueal o cánula de traqueostomía, después de un periodo mínimo de 48 hrs de intubación; o bien datos de deterioro ventilatorio entendido como la asociación de incremento diario de PEEP o FiO2 después de 2 a 3	Se tabulará de acuerdo a su existencia o ausencia	Nominal dicotómica

	días de mantenerse estable o disminuir los parámetros ventilatorios aunados a temperatura anormal, cuenta leucocitaria anormal, secreción pulmonar purulenta y/o cultivos positivos para patógenos.		
--	---	--	--

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Se llevó a cabo estadística descriptiva en base a frecuencias y porcentajes, y se presentaron los datos en gráficas y cuadros.

Para calcular la mortalidad se utilizó la fórmula convencional en donde el numerador es el número de pacientes que sufren el evento en este caso muerte y el denominador el número de pacientes en quien se usó ventilación mecánica, en ambos casos el resultado se multiplica por 1000.

X. IMPLICACIONES ÉTICAS:

Nuestro estudio no modificó ni las pruebas diagnósticas ni la evolución de cada paciente, siendo un estudio puramente observacional y cuyos datos fueron obtenidos de lo que fue consignado en el expediente clínico, por lo que no requirió de consentimiento informado, ya que no implicó riesgo alguno para los niños en estudio, sin embargo, se mantuvo la confidencialidad de los datos obtenidos para el presente estudio.

Teniendo siempre en consideración los principios de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia. De tal manera que en todo momento el presente estudio se llevó a cabo respetando la privacidad de cada paciente, manteniendo la confidencialidad de la información, con la finalidad de que los datos obtenidos no dañaron de ninguna manera a los pacientes, y sirva el presente estudio como una herramienta de referencia para una apropiada distribución de los recursos de manera equitativa o distributiva aludiendo al principio de justicia, al reconocer índices pronósticos de morbilidad y mortalidad y su aplicación imparcial e independiente de cualquier influencia económica o política.

Para llevar a cabo este estudio se solicitó la aprobación del Comité de Enseñanza, Investigación y Ética del Hospital para el Niño Poblano; el cual autorizó la realización del mismo.

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (Anexo 1)

NOMBRE COMPLETO: _____

NUMERO DE EXPEDIENTE: _____

EDAD (MESES Y/O AÑOS Y MESES): _____

GÉNERO (FEMENINO / MASCULINO): _____

FECHA DE INGRESO UCIP (DÍA/ MES /AÑO): _____

FECHA DE EGRESO DE UCIP (DÍA / MES / AÑO): _____

DIAS DE ESTANCIA EN UCIP: _____

DIAGNÓSTICO QUE MOTIVÓ INICIO DE VENTILACIÓN MECÁNICA:

CLASIFICACIÓN DE LA INDICACIÓN POR OBJETIVOS CLÍNICOS:

1. Mantener un adecuado intercambio gaseoso: Neumonía, intoxicaciones, ARDS:

2. Reducir o sustituir el trabajo respiratorio: Síndrome de Guillain Barré, escoliosis, desnutrición: _____

3. Disminuir el consumo de oxígeno: estado de choque, postquirúrgico cardiovascular: _____

4. Conseguir expansión pulmonar: síndromes de fuga aérea, atelectasia: _____

5. Permitir sedación, anestesia y relajación: abdomen abierto, TCE, procedimientos invasivos (cateterismo, colocación de catéter, laringoscopia selectiva): _____

6. Estabilizar la pared torácica: tórax inestable, cirugía torácica: _____

DIAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA: _____

TIPO DE VENTILACIÓN MECÁNICA:

CONVENCIONAL: _____ VAFO: _____

COMPLICACIONES ASOCIADAS A VENTILACIÓN (S/N): _____

NEUMOTORAX: _____ NAVM: _____

CONDICIÓN DE EGRESO DE UCIP:

MEJORIA: _____ DEFUNCIÓN: _____

FECHA DE EGRESO HOSPITALARIO: _____

DIAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA: _____

CONDICIÓN DE EGRESO HOSPITALARIO:

MEJORIA: _____ DEFUNCIÓN: _____

NUMERO PROGRESIVO: _____

XI. RESULTADOS

Durante el periodo comprendido del 1 de Enero al 31 de Diciembre de 2013 se registraron 226 ingresos a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital para el Niño Poblano; de los cuales 203 (89.8%) cumplieron con los criterios de inclusión diseñados para la presente revisión. Se excluyeron 2 pacientes por no ser posible acceder al expediente electrónico, 14 pacientes (6%) no ameritaron de uso de ventilación mecánica al ingreso o durante su estancia en dicha unidad, por lo que tampoco se incluyeron en el estudio; 6 pacientes (3%) fueron trasladados a otras unidades hospitalarias, por lo que también fueron excluidos del análisis de este estudio, 1 paciente (0.4%) aún permanece hospitalizado (al momento de concluir con la recolección de los datos), por lo que tampoco fue incluido. ^{TABLA 1}

Las características epidemiológicas de nuestra población corresponde a 58% pacientes de género masculino y 42% de género femenino, con edad promedio 4.3 años de un rango de 1 mes a 17 años, se cuenta con un promedio de 10.2 días de estancia por paciente, de un lapso de 1 a 94 días, teniendo un promedio de 7.2 días de ventilación mecánica por paciente, con rango de 1 a 80 días, de los 203 pacientes ingresados a UCI que requieren de ventilación mecánica 156 egresaron por mejoría lo que corresponde a 76.9%, mientras que 47 pacientes (23.1%) egresaron por defunción, esto corresponde a una tasa de mortalidad al egreso de UCI de 23.1%. En cuanto al seguimiento de los pacientes egresados de UCI a cualquier otra área de hospitalización, de acuerdo a su patología de base, evolución y espacio físico: terapia intermedia, medicina interna, cirugía de hospital, nefrología; se encontró que tenían un tiempo promedio de estancia hospitalaria de 22.3 días (3-104 días); de los 156 pacientes que egresaron por mejoría de UCI, 144 egresaron del hospital a su domicilio por mejoría, mientras que 12 pacientes egresaron por defunción, lo que corresponde a una tasa de mortalidad al egreso hospitalario de 7.6%. ^{TABLA 2.}

El uso de ventilación mecánica es una estrategia que por sí sola no es terapéutica, sino que su uso es una técnica de soporte vital que forma parte de la terapéutica de atención al paciente pediátrico en estado crítico, por lo que las indicaciones de su uso son muy diversas; la principal es la insuficiencia respiratoria, sin embargo,

múltiples patologías y condiciones llevan al paciente a insuficiencia respiratoria; por lo que es preferible englobar las indicaciones de uso de ventilación mecánica de acuerdo al objetivo clínico que se busca con el empleo de esta técnica; de tal manera que se pueda simplificar su análisis, y logrando de esta manera una lista de 6 objetivos clínicos en los cuales se pueden agrupar las múltiples patologías que requieren que al paciente se le brinde soporte mecánico ventilatorio; dichos objetivos clínicos son: 1) mantener un adecuado intercambio gaseoso (ejemplo: neumonía, intoxicaciones, ARDS), 2) reducir o sustituir el trabajo respiratorio (ejemplo: síndrome de Guillain Barré, escoliosis, desnutrición severa), 3) disminuir el consumo de oxígeno (ejemplo: estado de choque, postquirúrgico cardiovascular); 4) conseguir expansión pulmonar (ejemplo: síndromes de fuga aérea, atelectasia); 5) permitir sedación, anestesia y relajación (ejemplo: abdomen abierto, TCE, procedimientos invasivos como cateterismo, colocación de acceso vascular central, laringoscopia selectiva); 6) estabilizar la pared torácica (ejemplo: tórax inestable, cirugía torácica). Por mencionar algunos ejemplos para cada uno de los objetivos clínicos de uso de ventilación mecánica; aun con esta clasificación es factible que un mismo paciente tenga dos o más indicaciones por objetivo clínico, en cuyo caso se clasifica de acuerdo al criterio de mayor gravedad; de acuerdo a esta clasificación la principal indicación fue permitir sedación, analgesia y relajación (42%), seguido de disminuir el consumo de oxígeno (30%) y posteriormente mantener un adecuado intercambio gaseoso (22%); el resto de indicaciones se encontraron en menor porcentaje como indicación principal; en ningún paciente se usó la ventilación mecánica por síndrome de fuga aérea o formación de atelectasias. ^{TABLA 3}

La ventilación mecánica invasiva podemos dividirla en dos grandes grupos: ventilación mecánica convencional (en sus diferentes modas: asistidocontrol, ciclados por volumen, presión o mixtos) y ventilación de alta frecuencia (por PPI [presión positiva intermitente], alta frecuencia oscilatoria y alta frecuencia por chorro); en nuestra unidad de cuidados intensivos tenemos acceso a respiradores de ventilación convencional y alta frecuencia oscilatoria; en cuanto a la ventilación convencional podemos acceder a modas asistidas con presión de soporte, modas controladas cicladas por volumen y limitadas por tiempo o cicladas por presión y

limitadas por tiempo. Haciendo énfasis en que habitualmente la ventilación de alta frecuencia oscilatoria se ha usado como ventilación de rescate cuando la ventilación convencional optimizada ha fracasado; de tal manera que el 91% de los pacientes ingresados durante 2013 fueron sometidos exclusivamente a ventilación convencional, mientras que el 9% fue sometido de manera inicial a ventilación convencional para después usar ventilación de alta frecuencia oscilatoria, que corresponde a 18 pacientes en el año que se está analizando.

TABLA 4.

El uso de ventilación mecánica invasiva en cualquiera de sus modalidades no está exenta de posibles complicaciones, las cuales pueden ser agudas o crónicas; muchas de ellas no se registran de manera pertinente en el expediente clínico, siendo las más preocupantes la neumonía asociada a ventilación mecánica y el barotrauma que en su expresión más grave genera neumotórax; en la población estudiada se registra 32.5% de casos con neumonía asociada a ventilación mecánica, 2% neumotórax, 1% ambas complicaciones y en 64.5% de los casos no se presentó ninguna de estas complicaciones. ^{TABLA 5.}

Dentro de las estrategias de protección pulmonar se encuentra la ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO), y su uso ha aumentado de manera significativa; esta forma de ventilación mecánica es capaz de disminuir el daño pulmonar inducido por la ventilación; constituye un modo de ventilación seguro y eficaz en el tratamiento de pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria refractaria a la ventilación mecánica convencional optimizada, con mejores resultados cuando se inicia precozmente; sin embargo, aún no se cuenta con estudios que justifiquen su uso habitual como tratamiento de primera línea. En nuestra experiencia se ha usado VAFO únicamente en 18 pacientes durante 2013 (9% de los pacientes ingresados a UCI y que ameritaron de ventilación mecánica), sin diferencias en cuanto a género, con una edad promedio 2.6 años (1mes – 15 años), el promedio de estancia fue de 21.3 días (4 a 62 días), de los cuales 17.5 días fue el tiempo promedio de ventilación mecánica total, con un promedio de 3.5 días de ventilación en alta frecuencia (2-5 días); el 50% de los pacientes egresaron de UCI por mejoría mientras que el 50% restante egreso por defunción; de los pacientes

que egresaron por mejoría el 100% egreso del hospital por la misma razón; con una estancia hospitalaria de 33.6 días (16-79 días).^{TABLA 6.}

En cuanto a la indicación de uso de VAFO, se encontró que 67% fue con el objetivo de mantener un adecuado intercambio gaseoso, 22% para disminuir el consumo de oxígeno y el 11% restante como parte de la terapéutica para mantener sedación, analgesia y relajación adecuadas.^{TABLA 7.}

La frecuencia de complicaciones asociadas a ventilación de alta frecuencia oscilatoria continua siendo alta en cuanto a neumonía, encontrándose en un 39%, no se documentó ningún caso con barotrauma y en el 61% restante no se documentaron complicaciones con el uso de esta técnica ventilatoria; presumiblemente el mayor porcentaje de complicaciones está asociado con menor edad de los pacientes, mayor estancia hospitalaria y mayor tiempo de soporte mecánico ventilatorio.^{TABLA 8.}

TABLAS

TABLA 1. TOTAL DE INGRESOS A UCI (2013): 226

CLASIFICACIÓN	NÚMERO ABSOLUTO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Expedientes no accesibles en sistema electrónico	2	0.8	0.8
Pacientes sin ventilación mecánica	14	6	6.8
Pacientes trasladados a otra unidad hospitalaria	6	3	9.8
Pacientes que aún continuúan hospitalizados	1	0.4	10.2
Pacientes que cumplen criterios de inclusión	203	89.8	100

Fuente: Archivo electrónico del Hospital Para el Niño Poblano.

TABLA 2. CARACTERISTICAS EPIDEMIOLOGICAS DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO

GENERO		EDAD (PROMEDIO) Años	ESTANCIA UCI (DIAS)	DIAS DE VM	EGRESO UCI		ESTANCIA HNP (DIAS)	EGRESO HNP	
MASCULINO	FEMENINO				MEJORIA	DEFUNCION		MEJORIA	DEFUNCIÓN
117	86	4.3	10.2	7.2	156	47	22.3	144	12

Fuente: Archivo electrónico del Hospital Para el Niño Poblano.

Tasa de mortalidad al egreso de UCI: 23.1%

Tasa de mortalidad al egreso hospitalario: 7.6%

TABLA 3. INDICACIÓN DE VENTILACIÓN MECÁNICA POR OBJETIVO CLINICO

OBJETIVO CLINICO	NUMERO ABSOLUTO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
1. Mantener adecuado intercambio gaseoso	44	22	22
2. Reducir o sustituir el trabajo respiratorio	10	5	27
3. Disminuir el consumo de oxígeno	61	30	57
4. Conseguir expansión pulmonar	0	0	57

5. Permitir sedación, analgesia y relajación.	86	42	99
6. Estabilizar la pared torácica	2	1	100

Fuente: Archivo electrónico del Hospital Para el Niño Poblano.

TABLA 4. TIPO DE VENTILACIÓN MECÁNICA

TIPO DE VENTILACIÓN MECÁNICA	NUMERO ABSOLUTO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
CONVENCIONAL	185	91	91
ALTA FRECUENCIA OSCILATORIA (VAFO)	18	9	100

Fuente: Archivo electrónico del Hospital Para el Niño Poblano.

TABLA 5. COMPLICACIONES ASOCIADAS A VENTILACIÓN MECANICA

TIPO DE COMPLICACIÓN	NUMERO ABSOLUTO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
NINGUNA	131	64.5	64.5
BAROTRAUMA (NEUMOTÓRAX)	4	2	66.5
NEUMONIA ASOCIADA A VENTILACIÓN	66	32.5	99
AMBAS	2	1	100

Fuente: Archivo electrónico del Hospital Para el Niño Poblano.

EXPERIENCIA CON VENTILACIÓN DE ALTA FRECUENCIA OSCILATORIA

TABLA 6. TOTAL DE PACIENTES EN VAFO: 18

GENERO		EDAD (PROMEDIO) Años	ESTANCIA UCI (DIAS)	DIAS DE VM	EGRESO UCI		ESTANCIA HNP (DIAS)	EGRESO HNP	
MASCULINO	FEMENINO				MEJORIA	DEFUNCION		MEJORIA	DEFUNCIÓN
9	9	2.6	21.3	17.5	9	9	33.6	9	0

Fuente: Archivo electrónico del Hospital Para el Niño Poblano.

TABLA 7. INDICACIÓN DE VENTILACIÓN MECÁNICA POR OBJETIVO CLINICO

OBJETIVO CLINICO	NUMERO ABSOLUTO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
1. Mantener adecuado intercambio gaseoso	12	67	67
2. Reducir o sustituir el trabajo respiratorio	0	0	67
3. Disminuir el consumo de oxígeno	4	22	89
4. Conseguir expansión pulmonar	0	0	89
5. Permitir sedación,	2	11	100

analgesia y relajación.			
6. Estabilizar la pared torácica	0	0	100

Fuente: Archivo electrónico del Hospital Para el Niño Poblano.

TABLA 8. COMPLICACIONES ASOCIADAS A VENTILACIÓN MECANICA EN MODO ALTA FRECUENCIA OSCILATORIA

TIPO DE COMPLICACIÓN	NUMERO ABSOLUTO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
NINGUNA	11	61	61
BAROTRAUMA (NEUMOTÓRAX)	0	0	61
NEUMONIA ASOCIADA A VENTILACIÓN	7	39	100
AMBAS	0	0	100

Fuente: Archivo electrónico del Hospital Para el Niño Poblano.

XII. DISCUSIÓN

En cuanto a lo planteado como objetivos específicos del presente trabajo podemos determinar lo siguiente:

1. El 89.8% de los pacientes que ingresan en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital para el Niño Poblano ameritan de ventilación mecánica invasiva en cualquiera de sus modalidades, ya sea al momento de su ingreso como durante su estancia en ella. Lo que corrobora que una cantidad cada vez más creciente de pacientes son sometidos a esta técnica de soporte vital; por lo que es importante que el médico pediatra y sobre todo el intensivista pediatra esté familiarizado con el manejo óptimo de esta técnica a fin de identificar de manera oportuna aquellos pacientes que se beneficiarán con el inicio del soporte mecánico ventilatorio así como del pronto retiro del mismo, una vez que se haya resuelto la causa que motivo su inicio, con el objetivo de minimizar la estancia hospitalaria y las complicaciones asociadas a ventilación mecánica. Es bien sabido que a mayor tiempo de estancia intrahospitalaria, mayor el número y tipo de complicaciones asociadas, entre las que se destacan: mayor tiempo de uso de alguna modalidad de soporte mecánico ventilatorio lo que determinará mayor manipulación a la vía aérea con mayor posibilidad de complicaciones de tipo infecciosa, mayor uso de antibioticoterapia, mayor estancia intrahospitalaria, posibilidad de infecciones de mayor repercusión, con incremento en los costos por atención a cada paciente y con posibles repercusiones sobre la calidad de vida de los pacientes.

2. Independientemente de la patología que motive el ingreso a la unidad de cuidados intensivos, las principales indicaciones para el inicio de soporte mecánico ventilatorio de acuerdo al objetivo clínico buscado fueron: a) permitir sedación, analgesia y relajación, b) disminuir el consumo de oxígeno y c) mantener un adecuado intercambio gaseoso.

Esto se encuentra de la mano con las principales patologías que justifican el ingreso de los pacientes a terapia intensiva, que por mencionar los más frecuentes: traumatismo craneoencefálico severo, laparotomía exploradora con manejo de protocolo con abdomen abierto, estado de choque (séptico, neurogénico y cardiogénico los más frecuentes), y neumonías tanto de tipo viral

como bacteriano e inclusive fúngico, ARDS moderado a severo, y edema pulmonar; en quienes como parte primordial de su manejo se incluye el uso de ventilación mecánica convencional y de alta frecuencia oscilatoria.

3. Del total de pacientes ingresados durante 2013 a la UCIP que ameritaron de ventilación mecánica invasiva, 91% fue en alguna moda convencional vs a 9% en quienes además se utilizó ventilación de alta frecuencia (VAFO), lo que corresponde a un total de 18 pacientes.

Aunque si bien es cierto que la ventilación de alta frecuencia oscilatoria ha demostrado ser una estrategia de protección pulmonar, que incluso puede limitar o en determinados casos hasta revertir la lesión pulmonar asociada a ventilación mecánica no es aún una técnica que se use de primera línea; sino que aún se usa como ventilación de rescate cuando la ventilación mecánica convencional optimizada ha fracasado; posiblemente el pronóstico ventilatorio sería más prometedor de iniciarse en forma más temprana; en esta revisión los casos de pacientes sometidos a ventilación convencional y posteriormente a ventilación de alta frecuencia oscilatoria nos habla que es una práctica aparentemente poco habitual; sin embargo, se debe tomar bajo ciertas reservas, debido a las limitantes existentes para su uso, como es el número de equipos disponibles en nuestro hospital, ya que únicamente se cuenta con 2 ventiladores modelo SLE 5000 que cuentan con la modalidad de alta frecuencia oscilatoria, y que están a servicio de las áreas críticas (área de choque, terapia intensiva pediátrica, terapia intensiva neonatal) así como para otras áreas como onco-hematología y hospitalización; según se requiera; por lo que no siempre se tiene disponible para usarse en la sala aun cuando así lo ameriten los pacientes; retraso en el reconocimiento de fracaso a la ventilación mecánica convencional optimizada, no reconocida en otras áreas hospitalarias o en otras unidades hospitalarias de donde son referidos los pacientes.

A este respecto es importante señalar que la experiencia reportada en nuestra unidad de cuidados intensivos es bastante buena cuando se le compara con la reportada en otras series, tanto en número de pacientes que se someten a este tipo de terapia como en cuanto a los resultados, los cuales son bastante alentadores, cuando otras series reportan una mayor tasa de mortalidad en los pacientes con VAFO. Así por ejemplo tenemos un estudio clínico prospectivo no

controlado de series de casos publicado en la Revista Chilena de Pediatría reporta la experiencia con VAFO en una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos como terapia de la falla respiratoria hipoxémica aguda, durante un periodo de 27 meses, teniendo como grupo de estudio a 29 pacientes con edad promedio de 5 meses (1 día a 104 meses), la duración de VMC (ventilación mecánica convencional) previo a VAFO fue de 33 horas (0-740), la duración promedio de la VAFO fue de 85 horas por paciente. En cuanto a morbilidad se presentaron: complicaciones hemodinámicas (45% reportadas como taquicardia e hipotensión arterial), barotrauma (41% de los cuales 22% se encontró presente previo al inicio de VAFO y 19% lo desarrollo durante el uso de VAFO, de los pacientes con barotrauma intra VAFO falleció el 80%. La mortalidad atribuible a una causa pulmonar fue de 34%.⁽³⁾ Mientras que nuestra casuística muestra que para el lapso de 12 meses se cuenta con una población de 18 pacientes sometidos a esta moda ventilatoria, con una edad promedio de 2.6 años, con una duración promedio de ventilación mecánica de 17.5 días (aunque no se especifican la duración de ventilación convencional y VAFO por separado), con un 50% de mortalidad, aunque no se especifica si es atribuible a causa pulmonar; por lo que en este respecto se deberá protocolizar aún más para presentar datos más fidedignos.

Una revisión sistemática de Cochrane hecha a un metaanálisis sobre el uso de VAFO en niños y adultos, halló que disminuía la mortalidad en alrededor de un 25% y en un 35% la ocurrencia de hipoxemia refractaria, hipercapnia, hipotensión o barotrauma.⁽⁵⁾ Por lo que se cuenta con bases científicas suficientes que avalen su aplicación aún en pacientes en quienes se considere que cursan con hipoxemia refractaria, de la misma manera permite identificar como principal complicación o repercusión hemodinámica la presencia de hipotensión.

En otro estudio realizado en Chile en un seguimiento de 90 meses reportaron la experiencia con 12 pacientes con hipoxemia catastrófica refractaria (definida con IO >40) de un total de 60 pacientes en quien se instauró VAFO; de los pacientes estudiados se reporta mediana de edad 3.5 meses (13 hora a 74 meses), peso 4.9kg (2.8 – 28kg), duración en VMC 65 horas, duración de VAFO 96 horas, el 25% falleció durante su estadía en UCI, con una supervivencia a los 28 días de 75%.⁽³³⁾ Igualmente este estudio permite abrir una línea de investigación enfocada

exclusivamente en el uso de VAFO en pacientes con hipoxemia catastrófica refractaria a fin de comparar primordialmente la tasa de supervivencia reportada.

4. En general se necesitó en promedio de 7.2 días de ventilación mecánica por paciente, sin embargo, al analizar a los pacientes que ameritaron de ventilación de alta frecuencia oscilatoria, se encuentra un promedio de 17.5 días de ventilación mecánica en total, del cual solo un promedio 3.5 días corresponden a ventilación de alta frecuencia.

De manera general se aprecia mayor número de días con soporte mecánico ventilatorio que otros modelos de referencia de unidades de terapia intensiva pediátrica, sin embargo, las variantes la constituyen los pacientes con larga estancia hospitalaria, aun cuando no requieran de otros cuidados críticos; por lo que quizá debiesen de ser analizados y comparados como dos grupos distintos de pacientes, con estancia promedio y con larga estancia y hacer los ajustes pertinentes.

5. Se logra identificar un 35.5% de pacientes que desarrollan algún tipo de complicación asociada al empleo de ventilación mecánica (neumotórax y neumonía).

Este análisis muestra un elevado porcentaje de complicaciones asociadas a ventilación, primordialmente de índole infecciosa (neumonía asociada a ventilación); entre los factores interdependientes se encuentran: días de ventilación mecánica, estancia hospitalaria prolongada, uso de antiácidos, uso de antibióticos de amplio espectro, posición decúbito dorsal la mayor parte de su estancia, la aspiración de secreciones a través del tubo endotraqueal no siempre se lleva a cabo con sistema cerrado, falta de aseo de la cavidad oral de manera regular con antisépticos adecuados, uso prolongado de sondas nasogástricas. Y en ocasiones falta de insumos para mantener adecuadas medidas de aislamiento (sanitas, batas estériles), que a final de cuentas representan áreas de oportunidad para mejorar la atención a los pacientes y con ello disminuir la incidencia de complicaciones asociadas a ventilación mecánica primordialmente las relacionadas a procesos infecciosos.

Si bien es cierto que la presencia de neumonía asociada a ventilación continua siendo una importante complicación que se presenta muy de la mano con el uso de esta importante herramienta (ventilación mecánica), no es un problema que se

presenta únicamente en UCIP como la nuestra sino que es una problemática motivo de estudio en otras unidades hospitalarias, tanto por los recursos que se invierten en su tratamiento como en el impacto que tiene sobre la morbimortalidad de la población atendida. Así podemos citar estos dos ejemplos que encontramos reportados en la bibliografía: En un estudio retrospectivo, descriptivo y transversal llevado a cabo en el Hospital General Manuel Gea González; donde se revisó 301 expediente clínicos de un periodo de 2 años en las Unidades de cuidados intensivos neonatal y pediátrico, encontraron una prevalencia de 26% de neumonía asociada a ventilación mecánica (NAV), de ellos el 76% corresponde a neonatos y el 24% a lactantes, escolares y adolescentes. El promedio de días de ventilación fue 11, de un rango de 2 a 47 días. Se utilizó técnica cerrada de aspiración de secreciones en el 80% de los casos, con el fin de reducir la manipulación y exposición de la vía aérea a contaminación. ⁽²⁸⁾

Un estudio prospectivo de cohorte en una población de 1610 adultos sometidos a cirugía cardíaca con bypass cardiopulmonar durante 3.5 años en una unidad de tercer nivel en España, reporta una incidencia de 7.7% de neumonía asociada a ventilador, con incremento significativo en los días de estancia hospitalaria (40 vs 16 días) así mismo un incremento drástico en la mortalidad hospitalaria (49.2% vs 2.0%), identificándose como el factor de riesgo independiente más importante para mortalidad, incluso más alto que otras comorbilidades como enfermedad renal aguda o crónica, diabetes mellitus, tiempo prolongado de circulación extracorpórea sangrado mediastinal de hasta 1000ml. Los pacientes con NAV tienen una estancia más prolongada en UCI posterior a la cirugía (29 vs 4.2 días) en comparación con los pacientes sin NAV. ⁽²⁹⁾

6. Durante 2013 se obtuvo una tasa de mortalidad al egreso de UCI de 23.1%, considerando únicamente los pacientes sometidos a ventilación mecánica.

Se trata de una tasa de mortalidad muy alta cuando se compara con la reportada por otras instituciones por ejemplo el Instituto Nacional de Pediatría, sin embargo, se debe ajustar a la población tratada, los insumos y recursos con los cuales se tiene acceso, así como una mayor estancia hospitalaria, factores que pueden determinar un incremento no solo en la morbilidad sino también en la mortalidad.

7. Mientras que la tasa de mortalidad al egreso hospitalario de los pacientes ingresados a UCIP sometidos a ventilación mecánica fue de 7.6%.

En términos generales aunque la estancia hospitalaria y la ocupación de terapia intensiva es un área de alta demanda, vale la pena destacar que los pacientes egresados de UCI tienen un buen pronóstico de sobrevida hasta su egreso del hospital, esto es reflejo de un trabajo conjunto de las diversas áreas hospitalarias, puesto que al trabajo y esfuerzo realizado en UCI se le da continuidad y permite egresar por mejoría a la gran mayoría de los pacientes críticamente enfermos, que han requerido de estar bajo ventilación mecánica.

XIII. CONCLUSIÓN

El contar con adecuadas bases científicas de la técnica de soporte vital denominada ventilación mecánica invasiva, en cualquiera de sus modalidades permite optimizar su uso en beneficio del paciente pediátrico en estado crítico, debido a que esta técnica no se usa de manera exclusiva en las unidades de cuidado intensivo, se debe considerar la difusión de su adecuado uso en otras áreas críticas de las unidades hospitalarias. Si bien el uso de soporte mecánico ventilatorio, no está exento de complicaciones, si se emplea con las medidas de protección y se establecen estrategias de vigilancia se disminuirán considerablemente la incidencia de complicaciones tales como neumonía, y barotrauma (neumotórax, sobredistensión pulmonar). Uno de los principales aspectos al elegir el inicio del soporte mecánico ventilatorio es tener en cuenta la premisa de que al resolver la causa que motivó el inicio de la ventilación está se deberá retirar a la máxima brevedad posible a fin de limitar el daño pulmonar, la estancia hospitalaria y las complicaciones que de esta derivarían.

Se debe además considerar que independientemente de la patología que motiva el inicio del soporte mecánico ventilatorio, o el objetivo que se persigue se debe buscar una estrategia ventilatoria que permita optimizar este recurso a la par que se limitan los daños que a esta pudieran implicarse, considerando que los pilares que soportan el concepto de una estrategia de ventilación protectora son el reclutamiento de tejido pulmonar no aireado, la prevención del recolapso de unidades alveolares y la reducción de la sobredistensión.

Así mismo se deben instituir protocolos que permitan ampliar la investigación acerca de las bondades y beneficios de nuevas modas ventilatorias a fin de valorar su reproducibilidad en nuestra población, y quizá con ello disminuir el número de días de ventilación/paciente, días de estancia hospitalaria, menor uso de sedación, mayor confort para los pacientes, y de alguna manera influenciar en los costos de atención al paciente pediátrico críticamente enfermo.

XIV. RECOMENDACIONES

Debido a que el empleo de un soporte mecánico ventilatorio en cualesquiera de sus modalidades, está asociado frecuentemente con la presencia de neumonía asociada a ventilación, es precisamente en evitar esta complicación es donde se pueden implementar planes y estrategias con el propósito de disminuir los casos que se presenten. Tomando como premisa que la neumonía asociada a ventilación (NAV) se asocia con una elevada mortalidad, además de incrementar los costos de hospitalización, es que se hace una prioridad establecer las pautas que se deben seguir para prevenir el desarrollo de NAV incluyen medidas de control de infecciones tales como el aislamiento de pacientes infectados con gérmenes multiresistentes, lavado de manos, detección de brote infeccioso nosocomial en el hospital y uso racional de antimicrobianos para evitar resistencia. Hacer especial énfasis en el cuidado en la práctica de intervenciones tales como la aspiración traqueal, intubación orotraqueal, colocación de sonda nasogástrica u orogástrica, cambios de posición, aspiración continua de secreciones, lavado bronquial y vigilancia en el tipo de nutrición enteral, entre otros.

Conocer y divulgar las recomendaciones para la prevención de la neumonía nosocomial y la NAV que se hayan planteado en nuestro Hospital, comunicación estrecha con el comité de infecciones nosocomiales de nuestro centro de trabajo a fin de intervenir y modificar los factores y conductas de riesgo asociados a neumonía asociada a ventilación, conocer y divulgar lo que a este respecto se contempla en las diversas normas oficiales y reglamentos internos de la unidad hospitalaria.

Establecer y conocer los criterios para definir la presencia de neumonía nosocomial, los reservorios que intervienen en su patogenia específicamente en el paciente con ventilación mecánica, conocer y poner en práctica las recomendaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana para la vigilancia, prevención y control de infecciones nosocomiales, así como las recomendaciones internacionales para la prevención de neumonía asociada a ventilación permitirán disminuir la incidencia de esta complicación y con ello optimizar aún más el uso de esta técnica de soporte vital, con los menores riesgos posibles repercutirá también en una menor estancia hospitalaria tanto en la unidad de cuidados intensivos pediátricos como en la unidad hospitalaria como tal; lo que también

tiene una repercusión en los costos e insumos requeridos para la atención del paciente pediátrico en estado crítico.

Se establece también como recomendación la implementación de talleres de capacitación regular en el uso de ventilación mecánica no sólo para los médicos residentes de subespecialidad de medicina crítica pediátrica, sino también dirigidos al personal de inhaloterapia, personal de enfermería y a médicos residentes de la especialidad de pediatría, así como cursos y talleres de actualización a todo el personal médico y de enfermería encargado de la atención de pacientes pediátricos tanto de áreas críticas como de otras áreas hospitalarias donde se brinda manejo a pacientes con soporte mecánico ventilatorio.

Dichos talleres deberán ser encaminados a abordar tópicos desde la manipulación y adecuada colocación de los circuitos de ventilación, conocer las diversas modas ventilatorias a fin de adecuar la que sea más propicia a cada caso en particular, conocer e interpretar las diversas curvas de la mecánica ventilatoria y de esta manera dar una intervención oportuna cuando así se requiera (casos de fuga de aire, oclusión de la vía aérea, desconexión del circuito, presencia de secreciones, presencia de broncoespasmo), reconocer en que momento es oportuno considerar el uso de modas no convencionales para el manejo de determinados pacientes (VAFO, ASV, APRV), familiarizarse con el uso de otras modas ventilatorias, y comparar los resultados que de esta intervención se obtengan.

Finalmente quedan líneas abiertas para la investigación y la optimización de este recurso al que a diario nos enfrentamos, y aunque muchos de los datos y prácticas que ahora llevamos a cabo en nuestros pacientes pediátricos casi de manera rutinaria, no debemos olvidar que han sido el resultado de un largo proceso de investigación, muchas veces iniciado en el paciente adulto críticamente enfermo y después traspolado al paciente pediátrico, por lo que, debemos mantenernos en un proceso continuo de investigación y actualización en lo que respecta a este y muchos ámbitos.

Es satisfactorio poder comparar lo que esta investigación refleja con lo que se lleva a cabo en otras unidades hospitalarias, incluyendo las de otros países, y que sin embargo, pocas veces se publica. Es así mismo satisfactorio, contar en

nuestra unidad de cuidados intensivos pediátricos con diversos dispositivos para el adecuado soporte mecánico ventilatorio, así podemos mencionar orgullosamente que contamos con equipos de ventilación convencional, equipos de ventilación de alta frecuencia oscilatoria, equipos para la administración de óxido nítrico; pero también con herramientas útiles de alta calidad para la optimización de estos recursos como lo es el equipo para procesamiento de gasometrías, un equipo que dicho sea de paso, es equiparable al usado en reportes de índole internacional, por lo que al contar con estos equipos se hace factible realizar más investigaciones. Además y sin dejar de lado, el personal humano con el cual se cuenta, intensivistas pediatras con alto sentido de compromiso con la educación continua y con la amplia disponibilidad para formación de recursos humanos para la salud comprometidos con su profesión y en continua actualización.

XV. ANEXOS

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (Anexo 1)

NOMBRE COMPLETO: _____
NUMERO DE EXPEDIENTE: _____
EDAD (MESES Y/O AÑOS Y MESES): _____
GÉNERO (FEMENINO / MASCULINO): _____

FECHA DE INGRESO UCIP (DÍA/ MES /AÑO): _____
FECHA DE EGRESO DE UCIP (DÍA / MES / AÑO): _____
DIAS DE ESTANCIA EN UCIP: _____

DIAGNÓSTICO QUE MOTIVÓ INICIO DE VENTILACIÓN MECÁNICA:

CLASIFICACIÓN DE LA INDICACIÓN POR OBJETIVOS CLÍNICOS:

1. Mantener un adecuado intercambio gaseoso: Neumonía, intoxicaciones, ARDS:

2. Reducir o sustituir el trabajo respiratorio: Síndrome de Guillain Barré, escoliosis, desnutrición: _____
3. Disminuir el consumo de oxígeno: estado de choque, postquirúrgico cardiovascular:

4. Conseguir expansión pulmonar: síndromes de fuga aérea, atelectasia:

5. Permitir sedación, anestesia y relajación: abdomen abierto, TCE, procedimientos invasivos (cateterismo, colocación de catéter, laringoscopia selectiva):

6. Estabilizar la pared torácica: tórax inestable, cirugía torácica: _____

DIAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA: _____

TIPO DE VENTILACIÓN MECÁNICA:

CONVENCIONAL: _____ VAFO: _____

COMPLICACIONES ASOCIADAS A VENTILACIÓN (S/N): _____

NEUMOTORAX: _____ NAVM: _____

CONDICIÓN DE EGRESO DE UCIP:

MEJORIA: _____ DEFUNCIÓN: _____

FECHA DE EGRESO HOSPITALARIO: _____

DIAS DE ESTANCIA HOSPITALARIA: _____

CONDICIÓN DE EGRESO HOSPITALARIO:

MEJORIA: _____ DEFUNCIÓN: _____

NUMERO PROGRESIVO: _____

XVI. BIBLIOGRAFIA

1. Series I-V. Ventilación Mecánica en pediatría. Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos. An Pediatr (Barc) 2003; 59 (1): 59-81, 82-102, 155-180, 252-285, 352 - 92
2. Navarrete-Navarro S y Armengol-Sánchez G. Costos secundarios por infecciones nosocomiales. Salud Pública de México / vol.41, suplemento 1 de 1999.
3. Carpeta Junta de Gobierno. Anexo Estadístico 2007-2012. INP. web: www.pediatria.gob.mx
4. Julio César Alvarado-Jaramillo y col. Análisis de costos en dos unidades de cuidados intensivos pediátricos del Ministerio de Salud del Perú. An Fac med. 2011;72(4):249-54. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. www.redalyc.org
5. Secretaria de Gobernación. Diario oficial de la Federación. Ley general de salud. 15 de mayo de 2003. Secretaria de salud. Programa nacional de salud. 2001 – 2006. México 2001
6. Secretaria de Salud. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. “Medición de la prevalencia de infecciones nosocomiales en Hospitales Generales de las principales instituciones públicas de salud.” Noviembre, 2011.
7. Uribe SLG, Moguel PG, Pérez RVM, Santos PJI. Aplicación de la Cédula de Verificación para la Prevención y Control de Infecciones Nosocomiales en unidades pediátricas de cuidados intensivos. Bol Med Hosp Infant Mex Vol. 63, marzo-abril 2006.
8. Zavala Avalos. Díaz Miranda. Trabajos Científicos Originales. Barotrauma por ventilación mecánica en niños en estado crítico. Revista Médica Hondur. Vol 56- 1988.
9. González –Cortés R., López-Herce-Cid J., Ingreso prolongado en la unidad de cuidados intensivos pediátricos: mortalidad y consumo de recursos asistenciales. Med Intensiva 2011; 35 (7): 417 -423.
10. Frutos F, et.al. Med Intensiva 2003; 27 (1) 1-12. Utilización de la ventilación mecánica en 72 Unidades de Cuidados Intensivos en España.
11. Hernández T. E., Rivera H. F., Robles A. J.F., Medina R. M. Neumonía nosocomial asociada a ventilación mecánica en niños atendidos en una unidad de cuidados intensivos. Revista Mexicana de Pediatría. Vol 68, Núm 3. May-Jun 2001. Pp 86-91.
12. Miguelena y cols. Acta Colombiana de Cuidado Intensivo 2011; 11 (2): 132–143. Modos ventilatorios avanzados. Ventilación de soporte adaptativo (ASV).
13. Wrigge et al. Critical Care 2005; 9 (6): 780-789. Spontaneous breathing with airway pressure release ventilation favors ventilation in dependent lung regions and counter cyclic alveolar collapse in oleic-acid-induced lung injury: a randomized controlled computed tomography trial.
14. Putensen C. Am J Respir Crit Care Med 2001; 164: 43-49. Long-term effect of spontaneous breathing during ventilatory support in patients with acute lung injury..

15. Pillow. J. J. Crit Care Med 2005; 33 (3). High-frequency oscillatory ventilation: Mechanisms of gas exchange and lung mechanics.
16. Singh R. et. al. J Appl Physiol 2012; 112 (1): 1105 – 1113, 2012. Infant lung mechanics during HFOV..
17. Olivar V., Marroquin L., et. al. Fundamentos de la Ventilación Mecánica. Hospital Infantil de México “Federico Gómez”. Terapia Intensiva Pediátrica.
18. Taffarel P. et al. Arch Argent Pediatr 2012; 110 (3): 214-220. Análisis de efectividad de la ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos con insuficiencia respiratoria aguda en un centro de alta complejidad.
19. González. S. Revista Bioquímica y patología clínica. 2008; 72 (1). 21-31 Síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) y ventilación mecánica (VM).
20. Villar. J. et. al. Med Intensiva. 2012; 36 (8): 571-575. The American-European Consensus Conference definition of the acute respiratory distress syndrome is dead, long live positive end-expiratory pressure.
21. Raksha J. et. al. Mayo Clin Proc. 2006; 81 (2): 205-212. Pharmacological Therapy for Acute Respiratory Distress Syndrome.
22. Keenan et al. Current Opinion Critical Care 2014; 20 (1): 63-68. Best strategy por lung recruitment in ARDS.
23. Hennis et al. Pediatric Critical Care Medicine 2014; 15 (1): 27- 31. Tidal Volume Drives Inflammation During Mechanical Ventilation for Viral Respiratory Infection.
24. Mesiano G. et al. Paediatric Respiratory Reviews 2008; 9 (1): 281-289. Ventilatory strategies in the neonatal and paediatric intensive care units.
25. Guérin et al. Current Opinion Critical Care 2014; 20 (1): 92-97 Prone position.
26. González. S. Revista Bioquímica y patología clínica. 2008; 72 (1): 21-31. Síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) y ventilación mecánica (VM).
27. Saravu K. et al. Indian Journal of Critical Care Medicine. 2013; 17 (6): 337-342. Determinants of ventilator associated pneumoniae and its impacto n prognosis: A tertiary care experience.
28. Torres Narvárez P. et al. Revista de Enfermedades Infecciosas en Pediatría. 2012; 25 (100): 145-148. Frecuencia de neumonía asociada a ventilación en un grupo de pacientes pediátricos en un Hospital General.
29. E. Tamayo et al. Journal of Critical Care. 2012; 27: 18-25. Ventilator-associated pneumonia is an important risk factor for mortality after major cardiac surgery.
30. Donoso F. et al. Rev chil pediatr. 2002; 73 (5); 461-470. Uso de ventilación de alta frecuencia oscilatoria en pacientes pediátricos.
31. M.P. Hennis et al. Eur Respir J. 2012; 40: 1508-1515. Host response to mechanical ventilation for viral respiratory tract infection.
32. Cruz-Ramos J. et al. Acta Pediatr Mex 2010; 31 (4): 168-172. Neumoperitoneo causado por ventilación mecánica asistida.

33. Cruces Romero P. et al Revista Chilena de Medicina Intensiva. 2007. 22 (1): 7-14. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria en el rescate de hipoxemia catastrófica en niños con ARDS.
34. Curvas de ventilación. IMSS. Barreto D. Publicación en línea.