

Ventilación con liberación de presiones en la vía aérea en la hipoxemia refractaria

Airway pressure release ventilation in refractory hypoxemia

Nestor Montero Quesada^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4762-2275>

Cesar Hernández Bonilla¹ <https://orcid.org/0000-0003-3320-618X>

Dailyn Santiago Rangel¹ <https://orcid.org/0000-0001-5786-0317>

Patricia I Busto Lugo² <https://orcid.org/0000-0001-8922-4753>

¹Hospital Universitario Clínico Quirúrgico “Comandante Manuel Fajardo Rivero”. Unidad de Cuidados Intensivos Polivalentes. Villa Clara, Cuba.

²Hospital Pediátrico “José Luis Miranda”. Servicio de Anestesiología y Reanimación. Villa Clara, Cuba.

*Autor para la correspondencia: monterogq2017@gmail.com

RESUMEN

Introducción: Aproximadamente, 10 % de las muertes por síndrome de dificultad respiratoria aguda son atribuibles a la hipoxemia. La incapacidad de solventarla con un soporte respiratorio convencional constituye una problemática. La ventilación con liberación de presiones en la vía aérea ofrece ventajas teóricas en el tratamiento de la hipoxemia.

Objetivo: Comparar los efectos de la ventilación con liberación de presiones en la vía aérea y volumen control con autoflujo en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda severo y refractario.

Métodos: Se realizó una investigación observacional, en la Unidad de Cuidados Intensivos, del Hospital Universitario Clínico Quirúrgico “Comandante Manuel Fajardo Rivero”, de Santa Clara, entre enero de 2015 y agosto de 2019. Los 23 pacientes que integraron la muestra fueron divididos en dos grupos: 13 recibieron volumen control con autoflujo; y 10, ventilación con liberación de

presiones en la vía aérea. Se aplicó la prueba T para la igualdad de medias en las variables con distribución normal. Se realizó análisis de la variación de la media para determinar si existieron diferencias en el comportamiento de las variables estudiadas.

Resultados: El comportamiento promedio de las presiones fue menor en el grupo con ventilación con liberación de presiones en la vía aérea: presión alta (22,45 mbar vs 32,37 mbar) y PEEP (9,29 mbar vs 15,39 mbar). La PaO₂ (86,20mbar vs 75,02mbar), el cociente PO₂/FiO₂ (228,18 vs 129,39) y el índice de oxigenación (14,87 vs 22,60) fueron significativamente superiores en los pacientes del grupo con ventilación con liberación de presiones en la vía aérea.

Conclusiones: Los pacientes que recibieron la ventilación con liberación de presiones en la vía aérea lograron mejoría significativa en la oxigenación con respecto a los del grupo de volumen control con autoflujo; también tuvieron menos días de apoyo cardiocirculatorio. Los requerimientos de bloqueo neuromuscular y de sedación fueron significativamente mayores en el grupo de volumen control con autoflujo. No hubo diferencias en la incidencia de complicaciones atribuibles a la ventilación artificial mecánica.

Palabras clave: ventilación mecánica; ventilación con liberación de presiones en la vía aérea; síndrome de distrés respiratorio; presión positiva al final de la espiración.

ABSTRACT

Introduction: Approximately 10% of deaths from acute respiratory distress syndrome are attributable to hypoxemia. The inability to solve it with conventional respiratory support is a problem. Airway pressure release ventilation offers theoretical advantages in the treatment of hypoxemia.

Objective: To compare the effects of ventilation with pressure release in the airway and volume control with auto flow in patients with severe and refractory acute respiratory distress syndrome.

Methods: An observational investigation was carried out in the Intensive Care Unit at Comandante Manuel Fajardo Rivero University Hospital, in Santa Clara, from January 2015 to August 2019. The 23 patients that made up the sample were distributed into two groups: 13 received volume control with auto flow; and 10,

ventilation with pressure release in the airway. The T test was applied for the equality of means in the variables with normal distribution. The variation of the mean was analyzed to determine if there were differences in the behavior of the variables studied.

Results: The average behavior of the pressures was lower in the group with ventilation with pressure release in the airway: high pressure (22.45 mbar vs. 32.37 mbar) and PEEP (9.29 mbar vs. 15.39 mbar), PaO₂ (86.20mbar vs. 75.02mbar), PO₂ / FiO₂ ratio (228.18 vs. 129.39) and the oxygenation index (14.87 vs. 22.60) were significantly higher in the patients of the ventilated group with release of pressure in the airway.

Conclusions: Patients who received airway pressure release ventilation achieved significant improvement in oxygenation compared to those in the volume control group with auto flow; they also had fewer days of cardio circulatory support. Neuromuscular blockade and sedation requirements were significantly higher in the auto flow volume control group. There were no differences in the incidence of complications attributable to mechanical artificial ventilation.

Keywords: mechanical ventilation; ventilation with pressure release in the airway; respiratory distress syndrome; positive pressure at the end of expiration.

Recibido: 20/01/2020

Aprobado: 11/06/2020

Introducción

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) constituye uno de los principales objetos de estudio en la medicina intensiva. La incidencia de su forma severa ronda los diez casos por 100 mil habitantes al año y tiene una mortalidad que oscila entre 40 % y 60 %.⁽¹⁾

Aproximadamente, 10 % de las muertes por SDRA son atribuibles a la hipoxemia. La incapacidad de solventarla con un soporte respiratorio convencional constituye una problemática compleja.⁽²⁾

La ausencia de un modo ventilatorio óptimo que permita lograr una oxigenación adecuada y evitar la injuria pulmonar asociada a la ventilación mecánica justifica explorar nuevas estrategias de soporte respiratorio en pacientes con SDRA. Una de las alternativas que ha ganado interés en los últimos años es la ventilación con liberación de presiones en la vía aérea (VLPVA).^(3,4)

Las ventajas teóricas de la VLPVA, en términos de protectividad pulmonar, y su presencia casi universal en los ventiladores mecánicos modernos, justifican el creciente interés de los investigadores por esa modalidad.⁽⁵⁾

La falta de estandarización en la configuración y el rendimiento de la VLPVA en los ventiladores de diferentes fabricantes, unido a la variabilidad metodológica para individualizar los parámetros iniciales, constituyen dificultades objetivas en el momento de utilizarla.⁽⁶⁾

Otros factores subjetivos que limitan su uso son la falta de experiencia, el temor a la retención excesiva de dióxido de carbono (CO₂) o al atrapamiento aéreo descontrolado.⁽⁷⁾

El análisis sistemático y crítico de la literatura permitió elaborar un algoritmo de actuación ([Anexo](#)), dirigido a unificar criterios de selección e individualizar los parámetros iniciales de VLPVA en los pacientes con SDRA severo e hipoxemia refractaria, que ingresan en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), del Hospital Universitario Clínico Quirúrgico Manuel Fajardo Rivero. Una vez consensuado en el colectivo de trabajo el algoritmo propuesto, se incluyó dentro del protocolo de diagnóstico y tratamiento para la insuficiencia respiratoria de ese hospital.

En las unidades de cuidados intensivos de los hospitales cubanos no se dispone de otros métodos de apoyo para el tratamiento de la hipoxemia refractaria, razón para evaluar y contrastar los efectos de la VLPVA en este ámbito. Esta constituye la primera investigación que se conozca en el país que toma como objeto de estudio la VLPVA.

Luego de cinco años aplicando la VLPVA como estrategia de rescate en la hipoxemia refractaria, se realizó esta investigación cuyo objetivo fue comparar los efectos de la VLPVA y el volumen control con autoflujo (VC-AF) en pacientes con SDRA severo y refractario.

Métodos

Se realizó una investigación observacional, analítico y retrospectivo, en la UCI del Hospital Universitario Clínico Quirúrgico Manuel Fajardo Rivero. Se crearon dos grupos:

1. Compuesto por 13 pacientes, registrados en la base de datos del servicio, que habían sido ventilados en VC-AF siguiendo las recomendaciones del ARDSnet,⁽²⁾ entre enero de 2010 y diciembre de 2014.
2. Conformado por 10 pacientes admitidos en el periodo de enero de 2015 a agosto de 2019, que fueron tratados con la VLPVA.

Los 23 pacientes fueron atendidos en la misma UCI. Para la confección de la muestra se emplearon en ambos grupos el siguiente criterio de inclusión:

- Mayores de 18 años con diagnóstico de SDRA severo e hipoxemia refractaria.

Se excluyeron los que fallecieron antes de las 24 horas de ventilación artificial mecánica (VAM). En el grupo VC-AF no se atendieron dos casos que reunían criterios de inclusión, pues sus expedientes clínicos no recogían los datos suficientes para dar salida al objetivo del estudio.

Se definió el SDRA severo atendiendo los criterios emitidos en el año 2012 por el grupo operativo para la definición del SDRA (Definición de Berlín).⁽⁸⁾

Tres pacientes atendidos antes de 2012 (diagnosticados según los criterios del comité de consenso europeo americano)⁽⁹⁾ se les redefinió el diagnóstico y la severidad acorde con los criterios de Berlín,⁽⁸⁾ sobre la base de la información disponible en sus expedientes clínicos.

La hipoxemia se consideró refractaria cuando cumplió con, al menos, uno de los siguientes criterios:

- Presión arterial de oxígeno (PaO₂) <60 mmHg, con fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) ≥0,6 y presión positiva al final de la espiración (PEEP) ≥15 cmH₂O durante más de 24 horas.⁽²⁾

- Índice de oxigenación (IO) ($\text{Presión media} \times \text{FiO}_2 \times 100 / \text{PaO}_2$) >30 .⁽¹⁰⁾

Las variables de interés fueron agrupadas en tres categorías:

1. De caracterización: Permitieron describir los grupos en relación con la edad, tipo de SDRA, mayor puntuación APACHE II (*Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II*) y SOFA (*Sequential Organ Failure Assessment score*) en las 48 horas iniciales del ingreso en la UCI y refractariedad de la hipoxemia, estimada según IO al inicio de la ventilación artificial mecánica.
2. Variables primarias: Aquellas que permitieron comparar los efectos de la VLPVA y VC-AF sobre la oxigenación y las presiones en la vía aérea:
 - Cociente presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno ($\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$)
 - Índice de oxigenación

Las presiones en la vía aérea se evaluaron de la siguiente forma:

- Presión inspiratoria: se operacionalizó como P alta en VLPVA y P2 en VC-AF, teniendo presente que en la ventilación con autoflujo no existen picos de presiones, por tanto, $P1 = P2$.
- Las presiones medias se registraron de forma similar para ambos grupos y se registraron por su nombre conforme a lo censado por el ventilador mecánico.
- La presión positiva al final de la espiración se evaluó como auto-PEEP en el grupo VLPVA. Representa el atrapamiento aéreo generado por la duración y la variabilidad de presiones durante los periodos de liberaciones. En el grupo VC-AF se registró la censada por el ventilador mecánico.

3. Variables secundarias: Se incluyeron un grupo de variables clínicas que se relacionaban con las ventajas teóricas de VLPVA sobre los modos convencionales:

- Necesidad y dosis de apoyo vasoactivo e inotrópico.
- Días de apoyo cardiocirculatorio.
- Requerimientos de sedación y bloqueantes neuromusculares (BNM).
- Profundidad de la sedación, según escala de Ramsay⁽¹¹⁾
- Días de VAM en los sobrevivientes.
- Complicaciones en relación con la VAM: neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAV), la atelectasia y el barotrauma. Este último es definido como el nuevo neumotórax y/o neumomediastino, diagnosticado por radiografía de tórax, ultrasonido torácico o TAC, que ocurrió después del inicio de las modalidades estudiadas.

Se decidió excluir la mortalidad teniendo en cuenta la reducida casuística.

Se emplearon ventiladores mecánicos Dräger Evita XL en el grupo VLPVA y Dräger Evita XL o Savina indistintamente en el VC-AF. Los parámetros de VLPVA se ajustaron por los médicos intensivistas, atendiendo a las pautas previamente establecidas en el algoritmo de actuación propuesto por los autores. El tiempo de liberación (T bajo) se ajustó conforme a las evidencias más recientes (75 % del flujo espiratorio pico).⁽⁷⁾

Todos los casos del grupo VLPVA habían sido ventilados previamente en VC-AF como mínimo durante 24 horas. Recibieron cada ocho horas y luego de cada instrumentación de la vía aérea la maniobra de reclutamiento alveolar propuesta por *Guirola de la Parra* y otros,⁽¹²⁾ mientras se ventilaban en VC-AF. En los expedientes clínicos del grupo VC-AF no se registró si recibieron maniobras de reclutamiento alveolar; tampoco se especificó la metodología utilizada para titular la presión positiva al final de la espiración.

Los datos fueron recogidos de las historias clínicas, registrados y procesados en una base de datos creada con el programa SPSS versión 20.0.

Las variables cuantitativas se analizaron con la media aritmética y la desviación estándar; las cualitativas fueron resumidas con los porcentajes. Los resultados obtenidos se presentaron en tablas y gráficos, los cuales reflejan las frecuencias absolutas o porcentajes, según fue necesario. Se aplicaron pruebas paramétricas para demostrar dependencia entre las variables, como la prueba T para la igualdad de medias en las variables con distribución normal. Se realizó análisis de la variación de la media ANOVA (*Analysis of variance*) para determinar si existieron diferencias significativas en el comportamiento de las variables primarias y secundarias entre los grupos. Para las variables cualitativas se realizó una prueba Chi cuadrado de homogeneidad. Se consideró con significación estadística un valor de $p < 0,05$.

La investigación fue aprobada por el comité de ética del Hospital Universitario Clínico Quirúrgico Manuel Fajardo Rivero, de Villa Clara y tuvo en cuenta el consentimiento informado solicitado a los familiares de los pacientes en el momento del ingreso.

Resultados

La edad promedio fue mayor en el grupo VC-AF: 53,23 años frente a 41,40 en el grupo VLPVA. La severidad de las disfunciones orgánicas y la gravedad estimada, según SOFA y APACHE II, fueron mayores en el grupo que recibió VLPVA, aunque sin diferencias significativas. Ambos tuvieron un IO al inicio de la VAM mayor de 30 (Tabla 1).

Tabla 1 - Caracterización de los grupos en estudio

VARIABLES	GRUPO	Media	Desviación Tip	Valor de t	Valor de p
Edad	VLPVA	41,40	13,28	-2,15	0,440
	VC	53,23	12,97		
APACHE II	VLPVA	30,40	10,03	0,97	0,344
	VC	26,93	7,20		

SOFA	VLPVA	13,00	4,94	1,25	0,225
	VC	10,62	4,19		
Índice de oxigenación al inicio de la VAM	VLPVA	33,25	4,28	0,118	-0,488
	VC	35,69	15,27		

Prueba t para muestras independientes. APACHE II (*Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II*), SOFA (*Sequential Organ Failure Assessment score*), VLPVA (ventilación con liberación de presiones en la vía aérea), VC (volumen control), VAM (ventilación artificial mecánica)

La etiología del SDRA en los grupos estudiados fue heterogénea. En los pacientes que recibieron VLPVA predominó el SDRA pulmonar (N= 7); mientras que en los ventilados en VC-AF prevaleció el SDRA extrapulmonar (N= 8). La neumonía bacteriana fue el diagnóstico en la mayoría de los SDRA pulmonares de ambas series (Fig. 1).

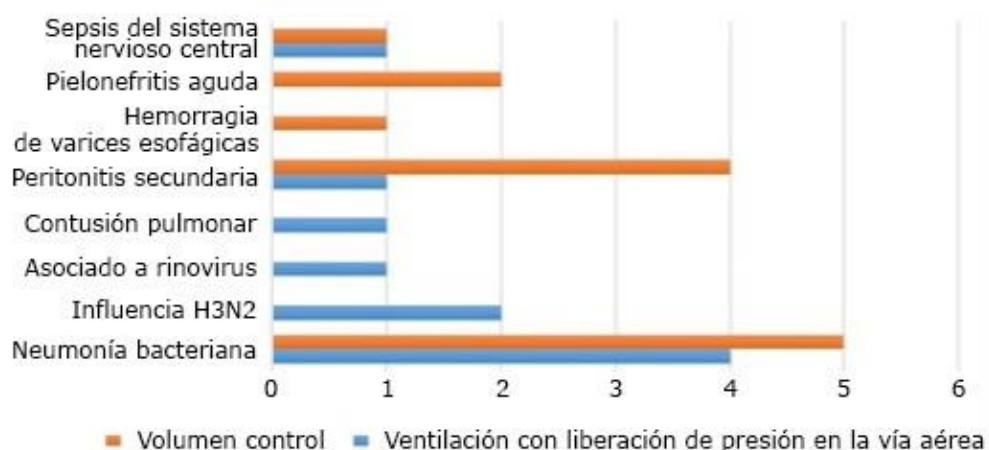


Fig. 1 - Distribución de los pacientes según causa del SDRA.

Para todas las categorías evaluadas, el comportamiento promedio de las presiones en vía aérea fue significativamente mayor en los pacientes que se ventilaron en VC-AF (P alta 32,37 mbar vs 22,45 mbar). Los valores de auto-PEEP resultantes de los parámetros prefijados en VLPVA fueron significativamente inferiores respecto a los niveles de PEEP requeridos en el grupo VC-AF (PEEP 9,29 mbar vs 15,39 mbar) (Fig. 2).

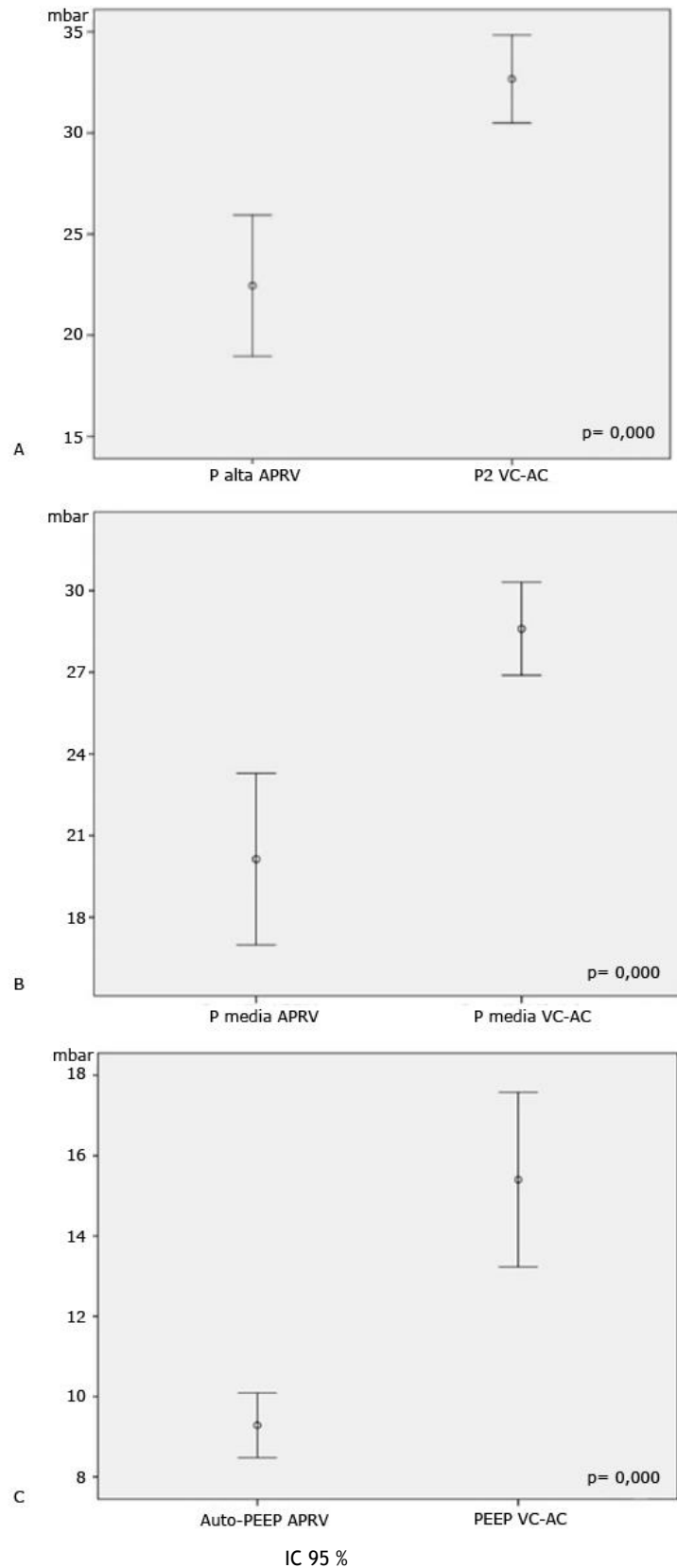


Fig. 2 - Comportamiento promedio y desviación estándar de las presiones en vía aérea durante los días de VAM. A) Presión inspiratoria máxima. B) Presión media. C) Presión positiva al final de la espiración.

La figura 3 muestra la media y la desviación estándar de la FiO_2 y los indicadores de oxigenación evaluados en los pacientes. Los que se ventilaron en VC-AF tuvieron menor PaO_2 (86,20 mmHg vs 75,02 mmHg). La relación PaO_2/FiO_2 fue mejor en los casos tratados con VLPVA (228,18 vs 129,39). El índice de oxigenación fue significativamente inferior para el grupo VLPVA (14,88 vs 22,60), con una media inferior a 20 y un valor máximo que nunca superó los 25.

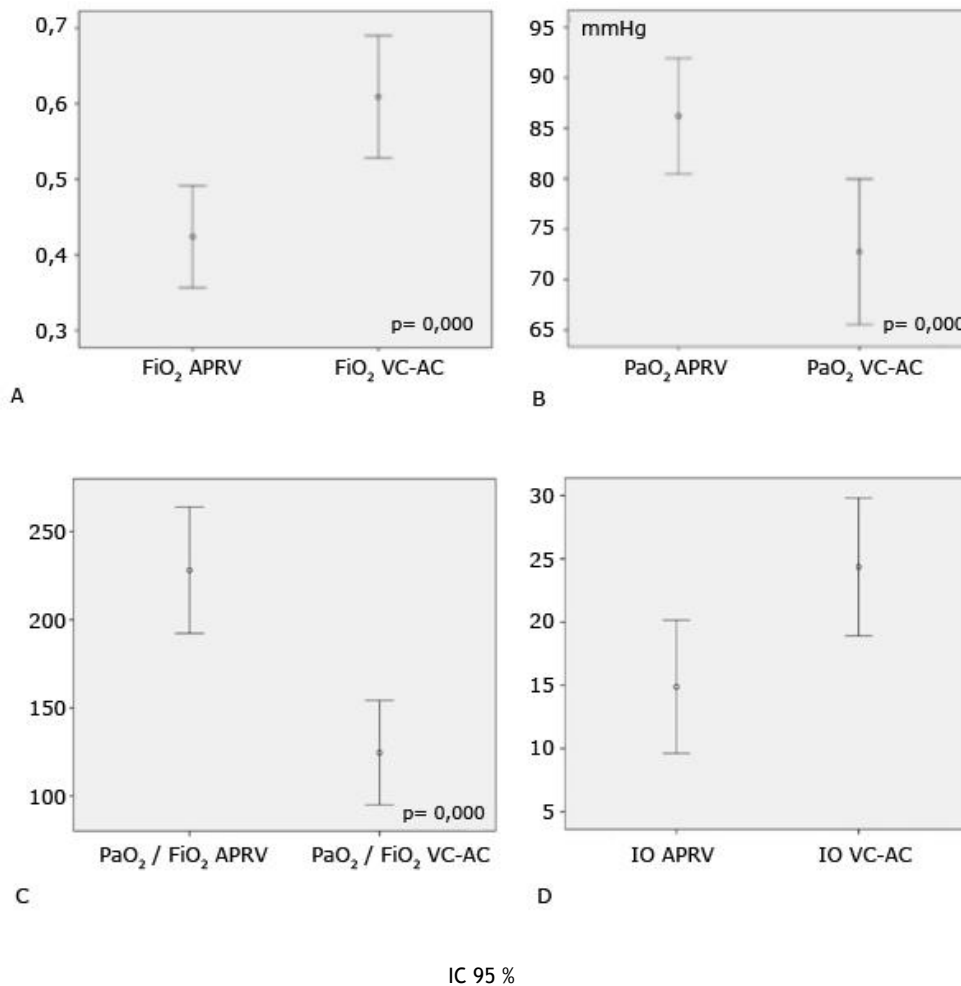


Fig. 3 - FiO_2 e indicadores de oxigenación durante los días de VAM. A) media FiO_2 . B) media PaO_2 . C) media PaO_2/FiO_2 . D) media índice de oxigenación.

Las dosis acumuladas de norepinefrina y dobutamina fueron similares en ambos grupos (Tabla 2). Los días de apoyo cardiocirculatorio fueron significativamente menores para los pacientes tratados con VLPVA y solamente tres recibieron doble apoyo, comparado con 6 en el VC-AF.

Tabla 2 - Días de apoyo cardiocirculatorio y dosis media acumulada de fármacos

VARIABLES	GRUPO	No. casos	Media (µ/kg/min)	Desviación Tip.	Valor de t	Valor de p
Días de apoyo inotrópico y/o vasoactivo	VLPVA	6	2,10	1,86	-3,422	0,030
	VC	8	5,86	2,78		
Dosis acumulada de Norepinefrina	VLPVA	6	1,53	1,07	-0,855	0,404
	VC	8	1,96	1,09		
Dosis acumulada de Dobutamina	VLPVA	3	7,71	2,23	-1,813	0,093
	VC	7	13,29	6,59		

VLPVA (ventilación con liberación de presiones en la vía aérea). VC (volumen control)

En la **figura 4** se observan diferencias significativas en los requerimientos de sedación y BNM entre los grupos. Los pacientes ventilados en VLPVA no recibieron BNM y más de la mitad no necesitó sedación.

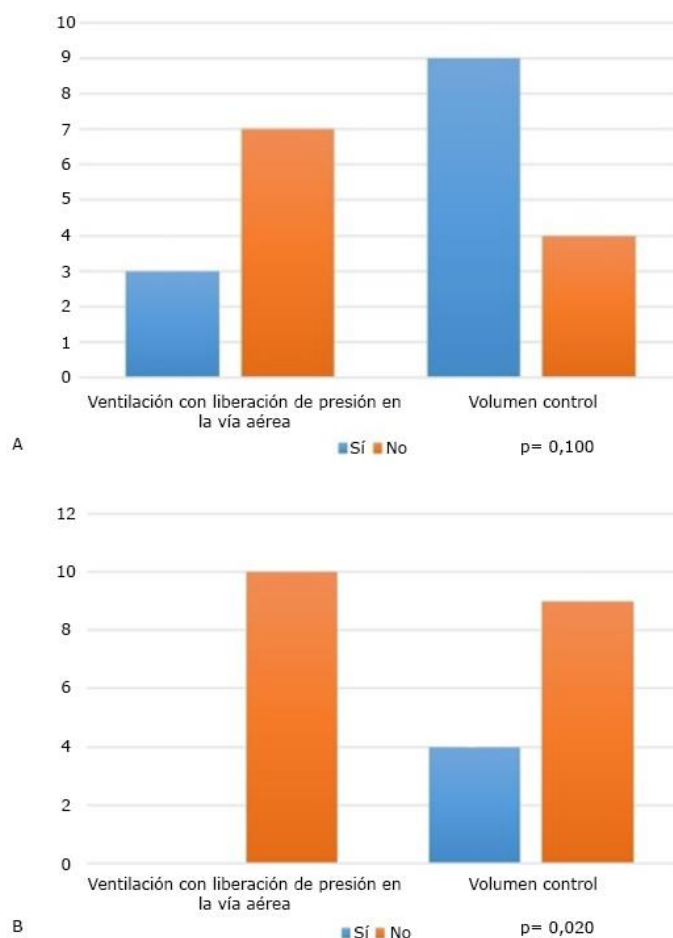


Fig. 4 - Comportamiento de la sedación y el bloqueo neuromuscular en los grupos estudiados. A) Pacientes con requerimientos de sedación. B) Pacientes con bloqueo neuromuscular.

En la **figura 5** se resume el nivel de sedación objetivo en los pacientes que la recibieron, el cual fue muy inferior en el grupo VLPVA (Ramsay 2) en relación con el VC-AF (Ramsay 5,11).

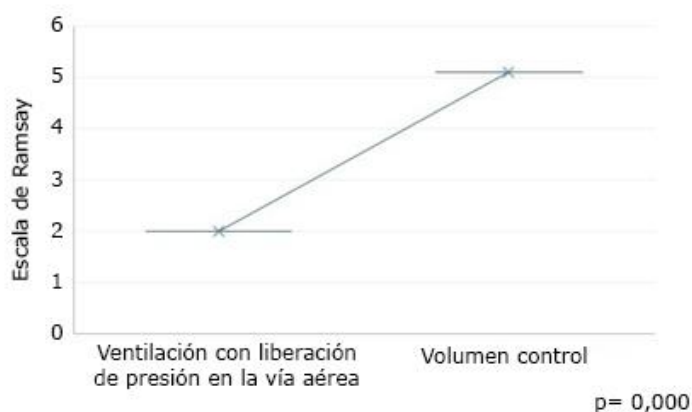


Fig. 5 - Profundidad de la sedación según escala de Ramsay.

En la **tabla 3** se muestra el promedio en los días de VAM para el total de pacientes y para los sobrevivientes de cada serie. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre ambas.

Tabla 3 - Días de VAM en los grupos de estudio y en los sobrevivientes.

VARIABLES	GRUPO	Media	Desviación Tip.	Valor de t	Valor de p
Días de VAM	VLPVA	17,90	10,91	1,321	0,201
	VC	12,30	7,67		
Días de VAM sobrevivientes	VLPVA	22,17	11,60	0,961	0,359
	VC	16,83	7,08		

VLPVA (ventilación con liberación de presiones en la vía aérea). VC (volumen control) VAM (ventilación artificial mecánica)

La incidencia de complicaciones relacionadas con la VAM (**Tabla 4**) tuvo un comportamiento similar en ambos grupos. La más frecuente fue la NAVM (N= 11).

Tabla 4 - Complicaciones asociadas a la VAM

Complicaciones	VLPVA		VC		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Sin complicaciones	3	25,00	2	13,33	5	18,52
NAVM	5	41,66	6	40,00	11	40,74
Atelectasias	1	8,33	4	26,66	5	18,52
Barotrauma	1	8,33	1	6,66	2	7,41
Lesiones laringotraqueales	1	8,33	0	0	1	3,70
Otras		8,33	2	13,33	3	11,11
Total	12	100	15	100	27	100

VLPVA (ventilación con liberación de presiones en la vía aérea). VC (volumen control) NAVM (neumonía asociada a la ventilación mecánica)

Discusión

Las variables que permitieron caracterizar los grupos no mostraron diferencias significativas entre ellas. La edad y el IO son factores pronósticos en ese tipo de enfermos,^(10,12) ambos fueron mayores en los que se ventilaron con VC-AF. Sin embargo, no existen evidencias que justifiquen suponer que puedan tener un impacto directo sobre las variables de salida del estudio, en el cual no se analizó mortalidad. El IO inicial se utilizó como indicador de fallo en la VAM convencional. Las causas que llevaron al SDRA fueron diversas; predominaron las pulmonares en los pacientes ventilados con VLPVA. Es conocido que el SDRA pulmonar posee menor potencial de reclutamiento,⁽¹³⁾ condición teórica que podría influir de forma negativa en la capacidad de VLPVA para reclutar el pulmón lesionado. Los objetivos de este estudio y su diseño no permitieron arribar a conclusiones al respecto. El comportamiento de la oxigenación hace suponer que se logró un reclutamiento adecuado. Las investigaciones publicadas hasta la fecha en humanos y en animales no muestran diferencias en los resultados cuando se emplea ventilación con liberación de presiones en la vía aérea en el SDRA pulmonar o extrapulmonar.^(3,13,14,15)

Los pacientes ventilados en VLPVA tuvieron mejoría en la oxigenación, requirieron menor aporte de FiO_2 y mostraron presiones más bajas respecto al grupo VC-AF. Existió diferencias significativas a favor de VLPVA para todas las variables estudiadas, resultados que se corresponden con el reportado en la mayoría de las publicaciones científicas.^(5,6,15,16,17,18)

Es conocido que el cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ se relacionan con la mortalidad. Esta variable mostró diferencias significativas a favor VLPVA, los enfermos de ese grupo promediaron sobre 200.

El comportamiento de la oxigenación, cuando se individualizan los parámetros de VLPVA, se fundamenta sobre una mejor estabilidad alveolar, un reclutamiento alveolar homogéneo y menos traumático. Algunos autores consideran a la VLPVA con parámetros individualizados como un nuevo método de optimizar PEEP, el cual, sin ser ideal, mejora la distribución del aire inspirado en zonas dependientes y distales del pulmón lesionado.^(7,18)

Un estudio realizado en una UCI australiana destinada a ofrecer oxigenación con membrana extracorpórea (en inglés, ECMO) a pacientes con falla respiratoria hipoxémica refractaria, empleó VLPVA como estrategia previa a la ECMO. Lograron solventar la hipoxemia, mientras se ventilaron con VLPVA, 80 % de los casos candidatos a la terapia extracorpórea.⁽³⁾

Jain y otros, en una revisión, evaluaron los resultados de 60 estudios publicados entre 1987 y 2016, que comparaban la VLPVA con modos convencionales de VAM.⁽⁶⁾ Hicieron un análisis crítico del método para prefijar los parámetros de esa modalidad. La mayoría de las publicaciones (N= 45) empleó una metodología cuestionable; sin embargo, las variables de salida (oxigenación, hemodinamia, presiones en vía aérea) tuvieron un comportamiento favorable en los grupos que recibieron VLPVA, independientemente del método seleccionado para prefijarla. Solo una de las investigaciones evaluadas por esos autores no mostró diferencias en la oxigenación cuando se comparó con otras modalidades ventilatorias.

Recientemente, se publicó el primer metaanálisis dirigido a evaluar la mortalidad, los días libres de VAM, la oxigenación ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) y la hemodinamia en pacientes ventilados con VLPVA. Incluyó 330 pacientes de cinco estudios controlados y aleatorizados. Arrojó resultados significativos a favor de la VLPVA, cuando se comparó con VAM convencional, siguiendo las recomendaciones del ARDSnet.⁽⁵⁾

Llama la atención en la mayoría de los artículos publicados la mejoría significativa de la oxigenación con niveles inferiores de presiones en la vía aérea.^(5,18) Estudios recientes demuestran que cuando se ventila con VLPVA la apertura alveolar ocurre progresivamente en relación con los tiempos prolongados de exposición a la presión alta. Además, se requiere menos presión para conseguir ese efecto. Una revisión retrospectiva sobre el método de prefijar los niveles de presiones en VLPVA, encontró que los niveles más bajos de presiones altas se asociaron significativamente con mejoría en las disfunciones orgánicas, según SOFA.^(18,19)

Las bondades hemodinámicas de VLPVA se atribuyen a la mejora en el retorno venoso y el llenado cardiaco en relación con las presiones negativas intratorácica generadas durante la respiración espontánea.⁽²⁰⁾ En la práctica clínica, la gran mayoría de los estudios publicados muestran mejoría en el flujo sanguíneo renal, espinal, menos presión en el circuito pulmonar y mejor tensión arterial media.^(16,20,21) En 67 artículos revisados por los autores de este trabajo, solamente un biomodelo de lesión pulmonar y encefálica en cerdos concluyó que, cuando se ventiló con VLPVA, hubo deterioro en la circulación cerebral.⁽¹⁷⁾

El comportamiento en las demandas de apoyo cardiocirculatorio en esta serie fue variable. El análisis en las dosis acumuladas de drogas vasoactivas e inotrópicas positivas reflejó menos días de apoyo cardiocirculatorio sin variaciones en las dosis acumuladas en el grupo de la ventilación con liberación de presiones en la vía aérea.

Los factores que inciden en el estado hemodinámico del paciente crítico son múltiples. El SDRA en la mayoría de los enfermos forma parte de la falla multivisceral, expresión de una respuesta desregulada del individuo a la injuria tisular, en la cual la VAM no es determinante. Por tanto, la reducción en los días de apoyo cardiocirculatorio, cuando se ventila con VLPVA, debe ser interpretada con mesura.

Es aceptado por los investigadores requerimientos casi nulos de sedación y BNM cuando se emplea VLPVA.^(5,6,22) En la actualidad, solo algunos modelos experimentales aplican BNM o eliminan la ventana de *trigger* cuando se aplica esa modalidad, con el objetivo de comparar los efectos de la respiración espontánea en la distribución del gas en los segmentos distales de la vía respiratoria.⁽²³⁾

Considerar como VLPVA cualquier tipo de modalidad con variable independiente presión y relación inspiración espiración (I:E) inversa es un error conceptual. La respiración espontánea durante todo el ciclo respiratorio constituye condición imprescindible en lo que se entiende como VLPVA. De ahí que en esta serie no se empleó BNM y la sedación fue mínima cuando se aplicó.

Existe controversia respecto a los beneficios o prejuicios de la respiración espontánea en pacientes con SDRA severo. Algunos estudios plantean que el acto de respirar libremente en ese tipo de pacientes incrementa (*stress* y *strain*) la lesión pulmonar y empeora el edema alveolar al aumentar la presión transvascular.^(5,24)

Un estudio aleatorizado realizado recientemente concluyó que el uso precoz de BNM en pacientes con hipoxemia severa mejoró la oxigenación, redujo los días de VAM y la mortalidad.^(2,24) Por otro lado, varios modelos animales de SDRA, dirigidos a evaluar el flujo de gas en bronquiolos terminales y unidades alveolares, muestran reducción en las presiones de conducción, menor *stress* y *strain* en las microestructuras pulmonares.⁽²⁵⁾ Ese efecto se traduce en mejores concentraciones de surfactante y menos niveles de citoquinas inflamatorias en la vía respiratoria de los animales tratados con VLPVA, respecto a los que recibieron modos convencionales de VAM. Lo anterior hace suponer que respirar libremente, cuando se logra estabilizar el parénquima pulmonar, es beneficioso.^(25,26)

La disyuntiva entre las bondades de la respiración espontánea o el BNM durante el SDRA severo pueden causar incertidumbre entre emplear VAM convencional con BNM o VLPVA, cuando la hipoxemia se torna intratable. En la actualidad, los niveles de evidencia no permiten arribar a conclusiones categóricas.⁽²⁷⁾

Ambas estrategias pueden ser utilizadas indistintamente, lo que no parece coherente es el BNM cuando se emplea VLPVA, pues se incrementa la retención de CO₂ y el riesgo de barotrauma. Siete de los diez pacientes del grupo VLPVA en esta serie se encontraban en VC-AF, sedados y relajados antes de transitar a la ventilación; en ninguno de ellos empeoraron los parámetros gasométricos al retirar el BNM e iniciar VLPVA; ni fue necesario retornar a la modalidad anterior. El metanálisis publicado por *Carsetti* y otros concluyó que los días de VAM fueron significativamente inferiores cuando se comparó VLPVA con modalidades convencionales, en pacientes con SDRA.⁽⁵⁾

Los pacientes del grupo VLPVA en esta investigación tuvieron más días de VAM, aunque sin diferencias significativas con respecto al grupo VC-AF. La variabilidad en los resultados publicados hasta la fecha puede estar influenciada por los protocolos de destete que se utilicen en los diferentes hospitales y la falta de experiencia de los médicos y terapeutas respiratorios en el uso de VLPVA.⁽²⁸⁾

En esta serie la complicación más frecuente fue la neumonía asociada a la ventilación mecánica en ambos grupos y la atelectasia en los pacientes que recibieron VC-AF. Solo un paciente de cada grupo sufrió barotrauma. Hasta la fecha no existen estudios que demuestren incremento de las complicaciones ni la mortalidad en pacientes adultos cuando se usa VLPVA. La incidencia de barotrauma en pacientes con SDRA tratados con VLPVA se reporta en 4 % y no difiere significativamente con respecto a lo reportado cuando se ventila según las recomendaciones del ARDSnet.^(29,30)

Los resultados de esta investigación deben ser interpretados con cautela. Tiene limitaciones en relación con la conformación de la muestra y el tamaño muestral. Además, los pacientes que se ventilaron en VC-AF no recibieron de forma sistemática y estandarizada maniobras de reclutamiento alveolar, ni se pudo definir la metodología seguida para titular PEEP, lo cual constituye fuente de sesgo en la investigación.

A manera de conclusión, este artículo resume cinco años de trabajo con VLPVA como estrategia de rescate en el SDRA severo y refractario. Durante este periodo los enfermos tratados con esa estrategia ventilatoria mostraron una mejoría significativa en la oxigenación cuando se comparan con casos similares ventilados en VC-AC en periodos anteriores. Los pacientes que se ventilaron con VLPVA presentaron menores presiones en vía aérea, requirieron menos sedación y no recibieron BNM respecto a los que recibieron VC-AC. Los requerimientos de apoyo cardiocirculatorio fueron similares en los grupos, aunque por periodos más breves en los que se ventilaron con VLPVA. No hubo incremento en las complicaciones atribuibles a la VAM cuando se comparó VLPVA con VC-AF.

Referencias bibliográficas

1. Rezoagli E, Fumagalli R, Bellani G. Definition and epidemiology of acute respiratory distress syndrome. *Annals of Translational Medicine*. 2017 [citado:

- 18/12/2017];5(14):282. Disponible en:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5537110/>
2. Serrano Simón JM, Ruiz Ferrón F, Benítez Lozano JA. Métodos de rescate de la hipoxemia severa. En: Cárdenas Cruz A y Roca Guiseris J, editores. Tratado de Medicina Intensiva. Barcelona: Elsevier; 2017. p. 311-24.
3. Jolene Lim MH, Edward Litton, Hayley Robinson, Mike Das Gupta. Characteristics and outcomes of patientstreatedwithairwaypressurereleaseventilationforacuterespiratory distress syndrome: A retrospective observational study. J Crit Care. 2016 [citado: 20/12/2016];XXX. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0883944116000848>
4. Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA, et al. Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome. New England Journal of Medicine. 2015 [citado: 14/11/2019];372(8):747-55. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMsa1410639>
5. Carsetti A, Domizi R, Scorcella C, Pantanetti S, Falcetta S, Donati A, et al. Airway pressure release ventilation during acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Annals of Intensive Care. 2019 [citado: 25/10/2019];44(9):1-9. Disponible en: <https://annalsofintensivecare.springeropen.com/articles/10.1186/s13613-019-0518-7>
6. Jain SV, Kollisch-Singule M, Sadowitz B, Dombert L, Satalin J, Andrews P, et al. The 30-year evolution of airway pressure release ventilation (APRV). Intensive Care Medicine Experimental. 2016 [citado: 10/02/2017];4:11. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4875584/>
7. Nieman GF, Satalin J, Andrews P, Aiash H, Habashi NM, Gatto LA. Personalizing mechanical ventilation according to physiologic parameters to stabilizealveoli and minimizeventilatorinducedlunginjury (VILI). Intensive Care Medicine Experimental. 2017 [citado: 20/12/2017];5:8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5289131/>
8. Ranieri VM RG, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, Camporata L, et al. Acute Respiratory Distress Syndrome: The Berlin Definition. Journal of

- American Medical Association. 2012 [citado: 14/02/2014];307(23). Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/1160659>
9. Coombs E. ARDS: Treatment or Prevention? 2018 [citado 14/nov/2019]. Disponible en: <https://www.draeger.com/Library/Content/ards-treatment-9106107-us-1808-1.pdf>
10. Ashley S, Bruns P, Dhillon SG, Hagan J, Joshua AK, Mallory GB, et al. Predictive value of oxygenation index for outcomes in left-sided congenital diaphragmatic hernia. *Journal of Pediatric Surgery*. 2018 [citado: 28/10/2019];53:1675-80. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022346818300010>
11. Durán-Nah JJ, Domínguez-Soberano R, Puerto-Uc E, Pérez-Loría M, González-Escalante RM, Lugo-Medina N. Conocimiento y nivel de aplicación de la escala de Ramsay por parte de enfermeras mexicanas especialistas en cuidados intensivos. *Enfermería Intensiva*. 2006 [citado: 30/11/2019];17(1):19-27. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-articulo-conocimiento-nivel-aplicacion-escala-ramsay-13085534>
12. Guirola de la Parra JJ, Camacho Assef V, Alvarado Bermúdez K, Iglesias Almanza N. Implementación de una maniobra de reclutamiento alveolar en pacientes ventilados. *Rev Cub Med Int Emerg*. 2017 [citado: 10/08/2018];16(4):104-19. Disponible en: http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/104-119/html_131
13. Kollisch-Singule MEB, Jain SV, Andrews P, Satalin J, Liu J, Porcellio E, et al. The effects of airway pressure release ventilation on respiratory mechanics in extrapulmonary lung injury. *Intensive Care Med Exp*. 2015 [citado: 23/02/2016];3(1):35. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26694915>
14. Smith BJLL, Kollisch-Singule M, Satalin J, Nieman G, Habashi N, Bates JH. Predecir la respuesta del pulmón lesionado al perfil de respiración mecánica. 2015 [citado: 13/03/2015];118:932-40. Disponible en: <http://www.physiology.org/doi/pdf/10.1152/jappphysiol.00902.2014>
15. Ayala C, Owyang C, Forrester JD, Spain D. Rhinovirus-associated severe acute respiratory distress syndrome (ARDS) managed with airway pressure release

- ventilation (APRV). Trauma Surg Acute Care Open. 2019 [citado: 23/09/2019];4:1-2. Disponible en: <https://tsaco.bmj.com/content/tsaco/4/1/e000322.full.pdf>
16. Yehya N, Topjian AA, Thomas NJ, Friess SH. Improved Oxygenation 24 Hours After Transition to Airway Pressure Release Ventilation or High-Frequency Oscillatory Ventilation Accurately Discriminates Survival in Immuno compromised Pediatric Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome. Pediatric critical care medicine. 2014 [citado: 18/09/2019];15(4): e147-e56. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4114308/>
17. Davies SW, Leonard KL, Falls RK, Mageau RP, Efir JT, Hollowell JP, et al. Lung Protective Ventilation (ARDSNet) versus APRV: Ventilatory Management in a Combined Model of Acute Lung and Brain Injury. The Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2015 [citado: 18/09/2019];78(2):240-51. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4356024/>
18. Van der Zee P, Gommers D. Recruitment Maneuvers and Higher PEEP, the So-Called Open Lung Concept, in Patients with ARDS. Critical Care. 2019 [citado: 20/11/2019];23(1):73. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6408810/>
19. Gilmore TW, Walter RE, Hardigan PC, Frilot CF, Nehrenz GM. An Investigation of Various Inspiratory Times and Inflation Pressures during Airway Pressure Release Ventilation. 2019 [citado: 22/11/2019];6(1):1-6. Disponible en: <https://www.clinmedjournals.org/articles/ijrpm/international-journal-of-respiratory-and-pulmonary-medicine-ijrpm-6-107.php?jid=ijrpm>
20. Taha A, Shafie A, Mostafa M, Hon H, Marktanner R. Airway pressure release ventilation restores hemodynamic stability in patients with cardiogenic shock: initial experience in cardiac intensive care. Critical Care. 2014 [citado: 03/03/2015];18(Suppl 1):P282-P285. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4069518/>
21. Hussain A, Lababidi H, Mir A, AlHamoud A, Al Oheli A, Al Enezi A. Preliminary experience with airway pressure release ventilation on hemodynamics in patients with septic shock in a medical/surgical ICU. Critical Care. 2013 [citado: 18/11/2013];17(Suppl. 2):P115-P117. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3642407/>

22. Daoud EG, Farag HL, Chatburn RL. Airway pressure release ventilation: what do we know? *Respiratory care*. 2012 [citado: 03/03/2015];57(2):282-92. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/content/57/2/282>
23. Hui-Qing G, Ji-Mei W, Hui-Ling L, James B. F, Ronghua L, Peifeng X, et al. Effect of Nebulizer Location and Spontaneous Breathing on Aerosol Delivery During Airway Pressure Release Ventilation in Bench Testing. *Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery*. 2019 [citado: 15/09/2019];32(1). Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jamp.2018.1457>
24. Papazian L, Aubron C, Brochard L, Chiche J-D, Combes A, Dreyfuss D, et al. Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care*. 2019 [citado: 22/11/2019];9(1):69. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6565761/>
25. Kollisch-Singule M, Emr B, Smith B, Ruiz C, Roy S, Meng Q, et al. Airway Pressure Release Ventilation Reduces Conducting Airway Micro-Strain in Lung Injury. *Journal of the American College of Surgeons*. 2014 [citado: 18/08/2015];219(5):968-76. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4350231/>
26. Bradford J. Smith, Lennart K. A, Kollisch-Singule M, Satalin J, Nieman G, Habashi N, et al. Predicting the response of the injured lung to the mechanical breath profile. *J Appl Physiol*. 2015 [citado: 25/02/2015];118:932-40. Disponible en: <http://www.physiology.org/doi/pdf/10.1152/jappphysiol.00902.2014>
27. Maung AA, Schuster KM, Kaplan LJ, Ditillo MF, Piper GL, Linda L, et al. Compared to conventional ventilation, airway pressure release ventilation may increase ventilator days in trauma patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2012 [citado: 23/12/2012];73:507-10. Disponible en: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=23019679>
28. Lewis KA, Guyatt G, Burns KE, Bosma K, Long Ge, Karachi T, et al. Comparison of ventilatory modes to facilitate liberation from mechanical ventilation: protocol for a systematic review and network meta-analysis. *BMJ Open*. 2019 [citado: 20/11/2019];9(e030407). Disponible en: <https://bmjopen.bmj.com/content/9/9/e030407.citation-tools>
29. Kami W, Kinjo T, Miyagi K, Fujita J. Development of Lung Emphysema Due to APRV. *Intern Med*. 2019 [citado: 23/11/2019];58(20):3061. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6859381/>

30. Mahajan M, DiStefano D, Satalin J, Andrews P, Al-Khalisy H, Baker S, et al. Time-controlled adaptive ventilation (TCAV) accelerates simulated mucus clearance via increased expiratory flow rate. Intensive Care Medicine Experimental. 2019 [citado: 23/11/2019];7(1):27. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6522588/>

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Néstor Montero Quesada. Trabajo de campo y asistencial; revisión, análisis y selección bibliográfica; aplicación de encuestas, realización de entrevistas o consultas a experto; procesamiento estadístico; confección del informe final; revisión y aprobación final.

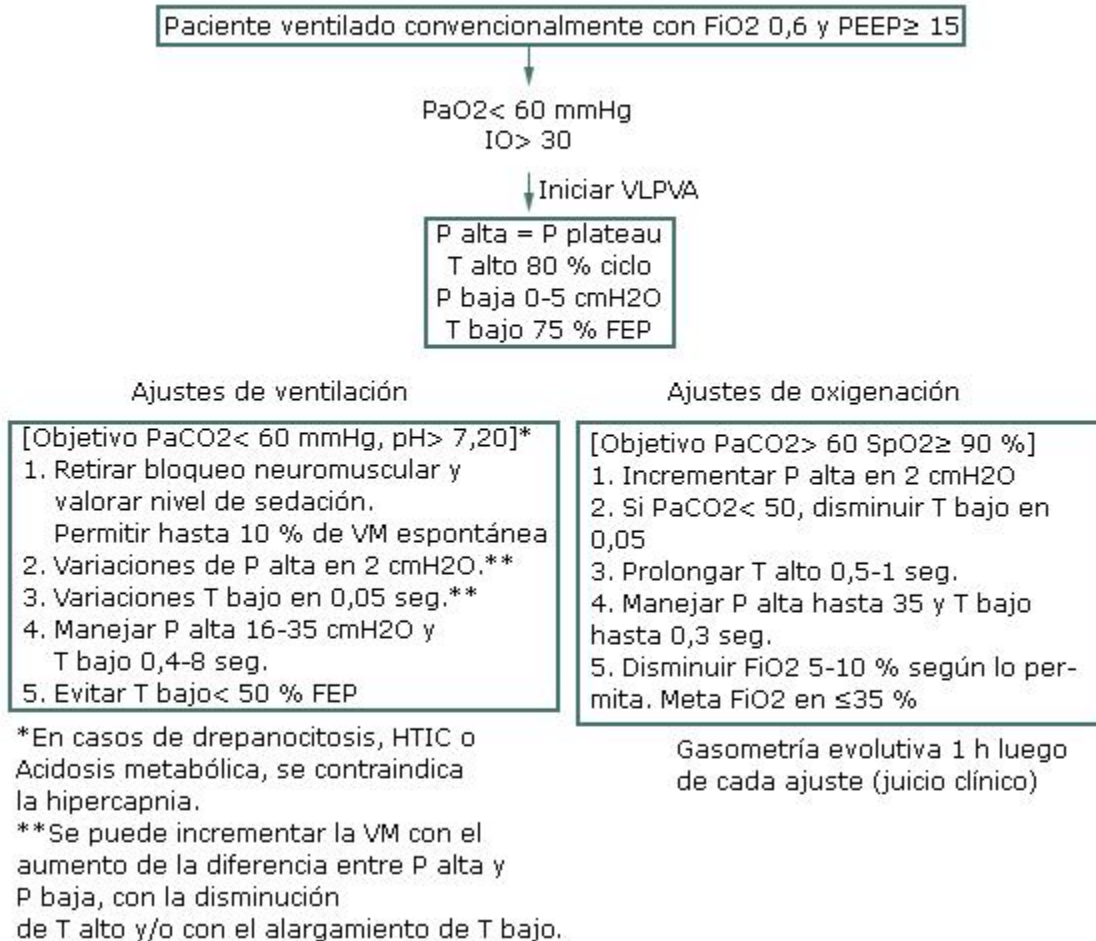
Cesar Hernández Bonilla. Trabajo de campo y asistencial; revisión, análisis y selección bibliográfica; revisión y aprobación final.

Dailyn Santiago Rangel. Trabajo de campo y asistencial; revisión y aprobación final.

Patricia I Busto Lugo. Confección del informe final; revisión y corrección del informe; revisión y aprobación final.

Anexo - Algoritmo de ventilación con liberación de presiones en la vía aérea (VLPVA).
Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Universitario Clínico Quirúrgico “Comandante.
Manuel Fajardo Rivero”.

Algoritmo de ventilación con liberación de presiones en la vía aérea (VLPVA)



FiO_2 : fracción inspirada de oxígeno, PEEP: presión positiva al final de la espiración, IO: índice de oxigenación, P alta: presión alta, T alta: tiempo de presión alta, P baja: presión baja, T bajo: tiempo de presión baja, FEP: flujo espiratorio pico, $PaCO_2$: presión arterial de CO_2 , PaO_2 : presión arterial de oxígeno, SpO_2 : saturación parcial de O_2 , VM: volumen minuto, HTIC: hipertensión intracraneal

- Evitar ventilar fuera de la pendiente en la curva presión - volumen.
- Transitar en el destete cuando metas de oxigenación logradas con FiO_2 30, P alta y T alto en 12 cmH₂O, 15 seg., respectivamente, luego pasar a CPAP con soporte de presión (ASB) 8, PEEP 5-8.
- No agregar ASB; evitar presiones inspiratorias máximas superiores a 40 cmH₂O. Cuando se inicie el trabajo de destete, se puede considerar agregar ASB sobre P alta.