

Ventilación liberadora de presión en vía respiratoria versus ventilación controlada neumoprotectora en falla respiratoria aguda

Juan Lara Cruz,* Martín Mendoza Rodríguez,* Alfonso López González,*
 René Huerta Valerio,* Roberto Sánchez Domínguez,* Blanca E Herrera Morales*

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la mecánica pulmonar, la fisiología pulmonar, los beneficios en el retiro de la ventilación mecánica, la duración de la estancia en la UCI y la mortalidad que puede tener el uso de la APRV en comparación con las estrategias convencionales de ventilación controlada por presión con parámetros de neumoprotección en pacientes con falla respiratoria aguda.

Métodos: Se realizó un estudio clínico, longitudinal, comparativo y prospectivo en 60 pacientes ingresados a las Unidades de Terapia Intensiva de la Secretaría de Salud del D.F. en el periodo de un año, con diagnóstico de falla respiratoria aguda ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$) y con ventilación mecánica. Se formaron dos grupos, al grupo A se le inició manejo convencional con estrategias de neumoprotección y al grupo B con APRV.

Resultados: De una muestra de 60 pacientes 30 fueron ventilados de manera controlada por presión y los otros 30 con APRV, encontrando mejoría significativa ($p < 0.05$) de los parámetros gasométricos y mecánica pulmonar en el grupo de APRV. Se encontró una mortalidad de 8.3% en el grupo controlado por presión y de 0% en el grupo controlado por APRV, además de una reducción en la duración de la ventilación mecánica y estancia en la UCI en el grupo ventilado por este modo.

Conclusiones: La APRV no debe considerarse solamente como un modo no convencional de ventilación mecánica que se aplica como medida de rescate en pacientes que tienen una grave lesión pulmonar ya establecida, sino como un modo ventilatorio de primera opción en pacientes con falla respiratoria en estado crítico, buscando mejorar la oxigenación, promover el reclutamiento pul-

SUMMARY

Objective: To evaluate lung mechanics, pulmonary physiology, retirement benefits of mechanical ventilation, length of ICU stay and mortality can have the use of APRV compared with conventional strategies of pressure-controlled ventilation with parameters neumoprotección in patients with acute respiratory failure.

Methods: We conducted a clinical study, longitudinal, comparative and prospective patients admitted to 60 in the Intensive Care Units of the Secretaría de Salud del D.F. in the period of one year with a diagnosis of acute respiratory failure ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$) and mechanical ventilation. Two groups, the group A is started conventional management strategies neumoprotection and B with APRV.

Results: In a sample of 60 patients 30 were ventilated pressure controlled manner and the other 30 with APRV, finding significant improvement ($p < 0.05$) of the blood gases and lung mechanics in the APRV group. We found a mortality rate of 8.3% in the control group pressure and 0% in the control group for APRV, and a reduction in the duration of mechanical ventilation and ICU stay in the group ventilated by this mode.

Conclusions: APRV should not be considered only as a non conventional mechanical ventilation applied for rescue in patients who have already established severe lung injury, but as a way ventilatory mode of first choice for patients with respiratory failure state critical, seeking to improve oxygenation, promote lung recruitment promote spontaneous respiratory activity and prevent further lung injury.

Key words: APRV, protective ventilation, pressure ventilation.

* Secretaría de Salud del Distrito Federal. Hospital General «La Villa», Departamento de Terapia Intensiva.

monar, favorecer la actividad respiratoria espontánea y prevenir una lesión mayor pulmonar.

Palabras clave: APRV, ventilación protectora, ventilación por presión.

INTRODUCCIÓN

La APRV es un modo de ventilación mecánica disparado por tiempo y limitado por presión, en el cual se permite la realización de ventilaciones espontáneas del paciente en cualquier punto durante el ciclo ventilatorio. Las ventajas teóricas de la APRV son la capacidad para maximizar y mantener el reclutamiento alveolar en toda la parte del ciclo respiratorio y el uso de una menor presión durante la inspiración, pero una mayor presión media de la vía aérea da como resultado una mejor oxigenación. Además, permite la reducción de la presión pleural por permitir el movimiento diafragmático voluntario, conservándose y mejorándose así el índice cardiaco.^{1,2} Existen pocos ensayos controlados aleatorios que han examinado el efecto de la APRV en días sin ventilación en pacientes con diagnóstico de síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA).³⁻⁶

Este modo ventilatorio está conformado básicamente por cinco variables que se conocen con diferentes nombres, los cuales son:

1. Tiempo alto: tiempo *high*
2. Presión alta: presión *high*-CPAP alto-PEEP alto
3. Tiempo bajo: tiempo *low*
4. Presión baja: presión *low*-CPAP bajo-PEEP bajo
5. Frecuencia respiratoria

Hedenstierna y cols. demostraron que hay mejor oxigenación en los pacientes con respiraciones espontáneas durante el soporte ventilatorio con APRV, comparado con los pacientes que no tenían actividad espontánea. Putensen⁷⁻¹² comparó la distribución de la ventilación-perfusión en 24 pacientes con síndrome de disfunción respiratoria aguda, los cuales fueron aleatorizados en dos grupos: APRV, con un total de respiraciones espontáneas de 10% de la ventilación minuto y otro grupo APRV sin respiraciones espontáneas o con presión soporte. El grupo con respiraciones espontáneas sin presión soporte mostró mejor ventilación perfusión e incremento en flujo sanguíneo sistémico. Neuman¹³ comparó el efecto de la APRV con y sin respiraciones espontáneas en un modelo animal sobre la relación ventilación-perfusión, y

encontró que la actividad espontánea incrementó significativamente la ventilación en las regiones yuxtadiafragmáticas, sobre todo en las áreas pendientes.^{7-10,13} Hering¹⁴ estudió a doce pacientes con lesión pulmonar aguda y comparó la APRV con una actividad espontánea equivalente al 30% de la ventilación minuto y la APRV sin actividad espontánea; observó un mejor flujo sanguíneo renal, una filtración glomerular y una depuración osmolar en el grupo con actividad espontánea. En conclusión, los estudios tienden a mostrar que la actividad espontánea en la APRV promueve beneficios, tanto en el escenario pulmonar como en el cardiovascular, y permite una mejor interacción corazón-pulmón repercutiendo positivamente en el territorio sistémico.¹⁵ En la actualidad, se propone el uso de la APRV como una herramienta de rescate para los pacientes con lesión pulmonar aguda que no responden a otros modos ventilatorios tradicionales. Teniendo en cuenta que a medida que en el paciente se deterioran las condiciones pulmonares debemos instaurar este tipo de estrategias de manera temprana cuando enfrentamos pacientes con requerimientos de FiO₂ mayor de 60%, PEEP mayor de 12 y deterioro progresivo de la distensibilidad pulmonar.¹⁶

Los estudios clínicos hasta ahora reportados son con tamaños de muestra pequeños y en diferentes condiciones clínicas, lo que limita extraer conclusiones definitivas de este modo ventilatorio. Putensen¹⁷ estudió por 72 horas a 30 pacientes con politraumatismo soportados con APRV con respiraciones espontáneas y otro grupo soportado por ventilación controlada por presión (15 pacientes en cada grupo). El grupo de la APRV se asoció con la menor *shunt*, mejor oxigenación, mejor distensibilidad, menor soporte ventilatorio en días, más corta estancia en la UCI, menor tiempo de sedación y uso de vasopresores. Varpula¹⁸ estudió a 33 pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda sometidos a posición prona, y comparó la SIMV controlada por presión más presión soporte versus APRV con respiraciones espontáneas, y encontró que los pacientes sometidos a APRV presentaron persistente mejoría en la oxigenación después del primer día de pronación. Valta¹⁹ estudió a 58 pacientes con síndrome de dificultad res-

piratoria aguda y los sometió a APRV versus SIMV controlada por presión sin encontrar diferencias significativas en días libres de ventilador, días de sedación y estancia en cuidados intensivos. Dart²⁰ estudió por 72 horas de manera retrospectiva a 46 pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda, a quienes se les cambió el soporte ventilatorio por APRV y encontró mejoría en los índices de oxigenación y menores presiones en la vía aérea. González²¹ realizó una revisión multicéntrica en 349 unidades de cuidados intensivos de 23 países, donde estudió a 234 pacientes que recibieron APRV y 1,228 pacientes quienes recibieron ventilación controlada. Después de un análisis de regresión logística, encontró que no hubo diferencias en días de ventilación mecánica, estancia en cuidados intensivos y hospitalarios, tasa de reintubación, mortalidad en la UCI y mortalidad hospitalaria.²²

No se recomienda el uso de la APRV en pacientes con hipertensión endocraneana, debido a que el aumento de las presiones intratorácicas puede promover el bloqueo para un retorno venoso desde el cerebro, incrementando aún más los niveles de presión a nivel del cráneo. En caso de utilizarla, en este grupo de pacientes, se requiere de una estrecha vigilancia de la monitorización neurológica para la detección precoz de cualquier compromiso. Adicionalmente, en los pacientes con predominio de procesos obstructivos puede empeorar su condición asociada con un aumento del atrapamiento aéreo propio de este modo y a volúmenes corrientes muy bajos por la resistencia en las vías aéreas al ser un modo limitado por presión. Por último, los pacientes con fistulas broncopleurales grandes son quienes pueden deteriorarse significativamente al no permitir el cierre de la fistula por las altas presiones en la vía aérea que conllevan a la persistencia de ésta, por lo que se prefiere el uso de la ventilación diferencial.²³ En conclusión, la APRV es una estrategia ventilatoria alterna para los pacientes con hipoxemia, la cual está asociada con los fenómenos restrictivos que requieren aumento progresivo del soporte. La APRV busca mejorar la oxigenación, promover el reclutamiento pulmonar, favorecer la actividad respiratoria espontánea y prevenir una lesión mayor pulmonar. Hasta el momento no se puede soportar un beneficio en la mortalidad de los pacientes con APRV, pero se han encontrado otros beneficios que pudieran abonar un terreno adecuado para afectar positivamente esta variable.²⁴

SÍNDROME DE DISFUNCIÓN RESPIRATORIA AGUDA

Una de las más recientes revisiones de esta entidad fue la publicada en julio del 2012 por un grupo de trabajo europeo reunido en Berlín, Alemania, los cuales establecieron al síndrome de disfunción respiratoria aguda en leve, moderada y severa con base en el índice de oxigenación (200 a 300, 100 a 200, menos de 100 respectivamente), con una alta correlación con la mortalidad registrada estadísticamente significativa.^{25,26} El consenso de Berlín, a pesar de haber encontrado una correlación estadísticamente significativa entre la mortalidad y la gravedad que ellos mismos propusieron (con base en el índice respiratorio), tiene algunas debilidades, éstas son que no estandariza el uso de FiO₂ y de PEEP para la estimación del índice de oxigenación. Por tal motivo, es necesario realizar estudios que evalúen nuevamente la correlación entre el síndrome de disfunción respiratoria aguda leve, moderada o severa y la mortalidad, asignado a cada uno, utilizando FiO₂ y PEEP estandarizado.²⁷⁻³⁰ Hoy en día es necesario, a más de una década de estar siguiendo las guías publicadas en el año 2000 para el tratamiento del síndrome de disfunción respiratoria aguda, revalorar los resultados obtenidos durante los últimos años, ya que es bien sabido que el aberrante manejo ventilatorio dado a estos pacientes favorece e incluso causa la aparición de dicha entidad.^{31,32}

El retiro oportuno del soporte ventilatorio a los pacientes con falla respiratoria aguda, representada por el síndrome de insuficiencia respiratoria aguda, representa un reto para el médico intensivista hoy en día. Para esta labor se cuenta actualmente con guías de práctica clínica con evidencia médica sustentable para lograr una extubación exitosa en estos pacientes de ser posible. Existen las guías publicadas en el 2007 por la Sociedad Europea de Medicina de Cuidados Intensivos y las emitidas en el 2001 por el Colegio Americano de Medicina de Cuidados Críticos en conjunto con la Asociación Americana de Cuidados Respiratorios.³³ La guía europea clasifica a los pacientes de acuerdo con el grado de dificultad que presenten para el retiro gradual de la ventilación mecánica de la siguiente manera:

- Extubación simple: aquellos pacientes que logran extubarse posterior a la primera prueba de ventilación espontánea realizada al paciente.
- Extubación difícil: pacientes que presentan fracaso de la primera prueba de ventilación espontá-

nea y requieren hasta tres pruebas más antes de la extubación del paciente.

- Extubación prolongada: pacientes que presentan falla de las primeras tres pruebas de ventilación espontánea y que requieren más de siete días después de la primera prueba de ventilación espontánea realizada.³⁴

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio clínico, longitudinal, comparativo y prospectivo en 60 pacientes, quienes ingresaron a la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General Balbuena, «La Villa» y «Dr. Rubén Leñero», en el periodo de un año con diagnóstico de falla respiratoria aguda (índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ menor de 300). Todos los pacientes requirieron de manejo avanzado de la vía aérea e inicio de asistencia mecánica ventilatoria, quienes ingresaron o que durante su estancia en la UCI adquirieron el diagnóstico del SIRA en edades entre los 18 a 85 años y que no presentaron obesidad mórbida. Se formaron dos grupos, al grupo A (control) se le inició manejo convencional a través de estrategias de neumoprotección, manteniendo un volumen corriente de 6 mL/kg (peso predicho) y una presión inspiratoria de 20 cmH₂O, aplicando PEEP de 8 cmH₂O, FiO₂ al 60% y relación I:E 1:2. Al grupo B (estudio) se le inició manejo ventilatorio con modo APRV con los siguientes parámetros de inicio: presión alta de 25 cmH₂O, presión baja de 8 cmH₂O, tiempo de presión alta de 4 segundos, tiempo de presión baja de 1 segundo y FiO₂ al 60%.

Durante el tiempo de estancia en la UCI se valoraron los parámetros ventilatorios mecánicos y fisiológicos (a través de monitorización ventilatoria continua y resultados gasométricos arteriales y venosos), cada ocho horas o más frecuente al egresar el paciente de la UCI se le registraron los indicadores de morbilidad en ambos grupos.

Criterios de inclusión

- Pacientes con diagnóstico de falla respiratoria aguda con $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ menor de 300.
- Pacientes con ventilación mecánica.
- Edad de 18 a 85 años.

Criterios de exclusión

- Pacientes con diagnóstico de falla respiratoria aguda secundaria a compromiso cardiopulmonar

crónico y/o agudo; patologías pleurales y de la pared torácica que comprometieran significativamente la mecánica ventilatoria y pacientes portadores de patologías pulmonares obstructivas.

- Hipertensión endocraneal o alto riesgo de presentarla.
- Diagnóstico de fístula broncopleural o alto riesgo de presentarla.
- Obesidad mórbida (IMC: mayor de 40).
- Mayores de 85 años.

Criterios de interrupción

- Pacientes que durante el estudio llegaran a presentar una mala respuesta (inestabilidad hemodinámica, hipoxemia, hipercapnia) con los modos ventilatorios aplicados en este estudio y que por lo tal requieran cambio de modo ventilatorio.
- Pacientes que durante su estancia en la UCI presenten falla cardíaca o alguna otra condición pulmonar o extrapulmonar que favorezca, cause o exacerbe la falla respiratoria ya presente.

Criterios de eliminación

- Pacientes con hoja de recolección de datos incompleta o erróneamente llenada.
- Sin consentimiento informado, firmado por el familiar o el paciente.

La captura de datos se efectuó con el programa de Microsoft Office Excel, así como con el programa de estadística SPSS 20. La estadística descriptiva se desarrolló con el cálculo de las medidas de tendencia central y de frecuencias. La estadística analítica de los datos se realizó con el cálculo de coeficientes de correlación de Spearman, χ^2 de Pearson, T de Student, razón de verosimilitud y supervivencia estimada por Kaplan-Meier.

RESULTADOS

Se realizó un estudio clínico, prospectivo y longitudinal, el cual incluyó una población total de 60 pacientes, de los cuales 26 fueron mujeres representando al 43% y 34 hombres que representaron al 57% del total. En cuanto a la edad, los pacientes que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos y que se incluyeron en este estudio fueron 24 pacientes entre 41-60 años que representó al 40%, 23 pacientes entre los 21-40 años correspondiente al 38% de la población general, 11 pacientes

de 61-80 años que correspondieron al 19% de los casos y, por último, 2 pacientes de 18 años que fue la edad mínima estudiada, ocupando 3% de toda la población. De los 60 pacientes que se estudiaron, los diagnósticos de ingreso fueron: neumonía por broncoaspiración 7 (12%), sepsis 6 (10%), choque séptico 2 (3%), neumonía adquirida en la comunidad 8 (13%), neumonía asociada con la ventilación mecánica 3 (5%), contusión pulmonar 12 (20%) –siendo éste el diagnóstico más frecuente en este estudio–, pancreatitis 7 (12%), eclampsia 2 (3%), quemadura por fuego directo 6 (10%), síndrome coronario agudo 3 (5%) y falla orgánica múltiple 4 (7%). Del total de la población estudiada 50% fue sometida a APRV y el otro 50% a ventilación controlada por presión con parámetros neumoprotectores (*Cuadro I*).

Se calculó la mortalidad al ingreso de ambos grupos mediante la escala de evaluación de falla orgánica secuencial (SOFA) y la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ al ingreso, con un promedio para el grupo controlado por presión de 107 ± 31 y para el grupo de APRV de 104 ± 30 , obteniéndose una diferencia estadísticamente significativa $p = 0.01$ y un SOFA promedio en ambos grupos de 8 puntos con una mortalidad estimada del 40% (*Cuadro II*).

En cuanto a los parámetros ventilatorios en el modo controlado por presión se utilizaron volúmenes corrientes de 6-8 ml/kg, en este estudio se utilizó un VC de 8ml/kg en 19 (63%) de los pacientes de dicho grupo. La presión inspiratoria que se utilizó con mayor frecuencia fue de 11-15 cmH₂O en 7 (23%), 21-25 cmH₂O en 7 (23%) y de 31-35 cmH₂O también en 7 (23%), del total de pacientes del grupo control. El PEEP que se dejó con mayor frecuencia como parámetro de neumoprotección fue de 6-8 cmH₂O en 10 (33%) de los todos los pacientes que se ventilaron bajo este modo (*Cuadro III*).

De los 30 pacientes que fueron ventilados en APRV, 29 de ellos tuvieron una SaO_2 mayor de 90% y sólo un paciente entre 81-90%, comparado con los que fueron ventilados por presión control, en los cuales hubo un paciente que llegó a tener entre 60-70% y sólo 15 pacientes tuvieron más de 90%, presentando diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.01$). El pH arterial en la APRV fue de 7.40 ± 0.10 y en el grupo controlado por presión fue de 7.33 ± 0.13 con una p significativa ($p = 0.001$). La PaCO_2 en el grupo APRV fue de 35 ± 4 comparada con el grupo controlado por presión con 45 ± 5 obteniéndose significancia estadística ($p < 0.001$). La distensibilidad dinámica y volumen

corriente registrado fue mayor en el grupo de APRV ($p = 0.01$). Sin embargo, no hubo una diferencia significativa en los *shunts* en pacientes ventilados por APRV y los controlados por presión, ambos con $20 \pm 5\%$ ($p = 0.21$). Las presiones pico en el grupo de la APRV no demostraron diferencias estadísticamente significativa ($p = 0.06$).

Para las condiciones durante el retiro de la ventilación mecánica, hubo una diferencia significativa en la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ para APRV 150 ± 50 con los pacientes controlados por presión de 133 ± 68 ($p = 0.01$).

El índice de respiraciones rápidas superficiales y el volumen minuto registrado en el grupo de APRV tuvo diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.005$) y ($p = 0.002$), favoreciendo así el retiro de la ventilación mecánica.

Se registró una extubación simple en 100% de los pacientes manejados con APRV, 53% de los pacientes controlados por presión presentó extubación difícil y 23% extubación prolongada, ya que se requirieron mayor número de pruebas de ventilación espontánea ($p = 0.001$). En lo que respecta a la reintubación, en los pacientes con APRV fueron 5 (16.6%) y 15 (50%) en el grupo controlado por presión ($p = 0.02$).

La duración de la ventilación mecánica para los pacientes con APRV fueron de 5.5 ± 2.5 días, mientras que para el grupo control fueron de 10 ± 5 días con una diferencia significativa ($p = 0.002$). El total de duración de estancia en la UCI para APRV fue de 7.5 ± 1.5 , mientras que para el grupo ventilado por presión fue de 15 ± 5 ($p = 0.001$).

Los días de estancia en la UCI y los días de ventilación mecánica fueron significativamente mayores en el grupo controlado por presión que en el grupo de APRV ($p = 0.001$) ($p = 0.002$) respectivamente.

La mortalidad en el grupo controlado por presión fue de 8.3%, mientras que en el grupo de APRV fue nula con una diferencia significativa ($p = 0.01$).

Los pacientes con una relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ presentaron una mortalidad más alta que los pacientes con una relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 100-200 con FiO_2 y PEEP estandarizados en 91% de la población total estudiada, presentando diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.001$).

De los 30 pacientes del grupo de APRV, todos fueron dados de alta por mejoría. Mientras que en el grupo con ventilación controlada 18 (60%) pacientes fueron dados de alta por mejoría, 7 (23.3%) pacientes egresaron por máximo beneficio y 5 (16.7%) fallecieron, con una diferencia significativa ($p = 0.001$).

Cuadro I. Resultados generales.

Variable	APRV (n = 30)	VCP (n = 30)	p
Sexo, núm. de pacientes (%)			
• Masculino	19 (63.33)	15 (50)	
• Femenino	11 (36.66)	15 (50)	
Edad (años)	50 ± 18	30 ± 18	
PaO ₂ (mmHg)	90 ± 10	70 ± 10	0.001
SaO ₂ (%)	95 ± 5	90 ± 9	0.001
PaCO ₂ (mmHg)	35 ± 4	45 ± 5	0.001
pH arterial	7.40 ± 0.10	7.33 ± 0.13	0.001
Shunts (%)	20 ± 5	20 ± 5	0.214
Distensibilidad (mL/cmH ₂ O)	35 ± 5	25 ± 5	0.001
Volumen corriente (mL/kg)	600 (8.5)	500 (7.1)	0.002
Presión pico (cmH ₂ O)	25 ± 5	25 ± 5	0.067
Condiciones durante el retiro de la ventilación mecánica			
Frecuencia respiratoria espontánea (núm. respiraciones/min)	25 ± 5	25 ± 4	0.007
Relación PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg/%)	150 ± 50	133 ± 68	0.01
Índice de respiraciones rápidas superficiales (FR/volumen corriente [L])	68 ± 37	76 ± 16	0.005
Volumen minuto (mL)	10.5 ± 1.5	16 ± 3	0.002
Duración de ventilación mecánica (días)	5.5 ± 2.5	10 ± 5	0.002
Número de pruebas de ventilación espontánea	1	4	0.001
Duración de estancia en la UCI (días)	7.5 ± 1.5	15 ± 5	0.001
Reintubación, núm. de pacientes (%)	5 (16.6)	15 (50)	0.023
Egreso, núm. de pacientes (%)			
Mejoría	30 (100)	18 (60)	0.001
Máximo beneficio	0	7 (23.3)	
Defunción	0	5 (16.7)	
Traqueostomía, núm. de pacientes (%)			
Falla respiratoria	0 (0)	8 (26.6)	0.004
Déficit neurológico	0 (0)	1 (3.3)	0.004
Intubación prolongada	0 (0)	2 (6.6)	0.004
Diagnóstico, núm. de pacientes (%)			
NAV	2 (6)	1 (3)	0.617
NAC	5 (17.5)	3 (10)	0.617
Broncoaspiración	3 (10)	4 (14)	0.617
Sepsis	3 (10)	3 (10)	0.617
Choque séptico	1 (3)	1 (3)	0.617
Contusión pulmonar	6 (20)	6 (20)	0.617
Pancreatitis	3 (10)	4 (14)	0.617
Eclampsia	1 (3)	1 (3)	0.617
Quemadura	5 (17.5)	1 (3)	0.617
SICA	1 (3)	2 (6)	0.617
FOM	0 (0)	4 (14)	0.617

Del total de la población estudiada, 50% fue sometida a APRV y 50% a VCP con parámetros neumoprotectores; los diagnósticos de ingreso y sus variables en los diferentes modos ventilatorios se distribuyeron como se puede observar en este cuadro.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue evaluar la mecánica y fisiología pulmonar que puede tener el uso de la APRV en comparación con las estrategias convencionales de neumoprotección en pacientes ventilados controlados por presión en la falla respiratoria aguda. Se correlacionaron diferentes tipos de variables en ambos modos ventilatorios.

En nuestro estudio la mayoría de los pacientes fueron del sexo masculino entre 41-60 años de edad. Los pacientes que ingresaron al área de terapia in-

Cuadro II. Parámetros de neumoprotección en modo controlado por presión y APRV.

Ventilación controlada por presión		
Volumen corriente		(%)
6 mL/kg	2	7
7 mL/kg	9	30
8 mL/kg	19	63
Presión inspiratoria		
5-10 cmH ₂ O	2	7
11-15 cmH ₂ O	7	23
16-20 cmH ₂ O	4	14
21-25 cmH ₂ O	7	23
25-30 cmH ₂ O	3	10
31-35 cmH ₂ O	7	23
PEEP		
3-5 cmH ₂ O	3	10
6-8 cmH ₂ O	17	57
9-11 cmH ₂ O	10	33
Ventilación con liberación de la presión de la vía aérea		
Presión alta		
21-25 cmH ₂ O	30	100
Presión baja		
6-8 cmH ₂ O	30	100
Tiempo de presión alta		
4 segundos	30	100
Tiempo de presión baja		
0.5-1 segundo	30	100

En cuanto a los parámetros ventilatorios, en el modo controlado por presión se utilizaron volúmenes corrientes de 6-8 mL/kg. En este estudio se utilizó un VC de 8 mL/kg en 19 (63%) de los pacientes de dicho grupo. La presión inspiratoria que se utilizó con mayor frecuencia fue de 11-15 cmH₂O en 7 (23%), 21-25 cmH₂O en 7 (23%) y de 31-35 cmH₂O también en 7 (23%), del total de pacientes del grupo control. El PEEP que se dejó con mayor frecuencia como parámetro de neumoprotección fue de 6-8 cmH₂O en 10 (33%) de todos los pacientes que se ventilaron bajo este modo.

tensiva fueron diagnosticados –la mayoría– con patología pulmonar como neumonía adquirida en la comunidad y contusión pulmonar. Los pacientes que ingresaron a la UCI con falla respiratoria aguda –la cual se estratificó por el índice de oxigenación menor a 101– fueron sólo seis, los otros 54 tuvieron un índice de oxigenación entre 101-200.

Las primeras variables analizadas en nuestro estudio fueron las gasométricas, las cuales se correlacionaron con los modos de ventilación, aplicando así mismo parámetros de neumoprotección. La PaO₂ y SO₂ mejoraron significativamente con el modo ventilatorio de la APRV, mientras que en el grupo control presentaron desaturación, así como retención de CO₂. Se analizaron los datos con pruebas estadísticas descriptivas y analíticas, obteniéndose así una diferencia significativa entre los grupos estudiados. El promedio del pH arterial observado en el grupo de la APRV fue de 7.40, mientras que en el grupo controlado por presión fue de 7.33 asociado con la retención de CO₂, es decir, presencia de acidosis respiratoria. El registro de los cortocircuitos pulmonares presentó igual mejoría en ambos grupos; no se identificó diferencia observada ni estadísticamente significativa con lo que respecta a esta variable ($p = 0.2$). Este resultado contrasta con los resultados obtenidos por Putensen en el 2001, donde se estudiaron por 72 horas a 30 pacientes con politraumatismo soportados con APRV con respiraciones espontáneas y otro grupo soportado por ventilación controlada por presión; el grupo de APRV se asoció con los menores cortocircuitos.¹⁷ La distensibilidad pulmonar dinámica fue mayor en el grupo de APRV, obteniéndose diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.001$), ya que los volúmenes corrientes

Cuadro III. Correlación entre IVP y mortalidad.

IVP	Alta por mayoría	Alta por máximo beneficio	Alta por defunción	Total
< 100	0	1	5	6
101-200	48	6	0	54
Total				60

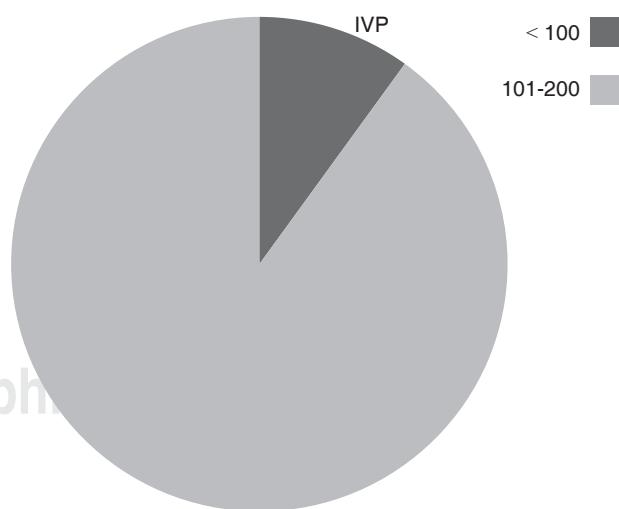
Fuente: Hoja de recolección de datos.

$p = 0.001$ calculado con χ^2 de Pearson, coeficiente de correlación de Spearman y prueba de razón de verosimilitud. Se registró una mortalidad de 8.3% asociada con un índice ventilatorio perfusorio por debajo de 100 (correspondiente a un síndrome de insuficiencia respiratoria severo) y una mortalidad de 0% en pacientes con índice de 100 a 200; no se registraron pacientes con dicho índice por arriba de 200, confirmándose así una diferencia estadística significativa.

realizados en este grupo fueron también mayores (8.5 mL/kg) que los obtenidos por el grupo controlado por presión (7.1 mL/kg) ($p = 0.001$); manteniéndose así en ambos grupos parámetros neumoprotectores (VC de 7-8.5 mL/kg y P máx. de 25 cmH₂O) de ventilación mecánica para el síndrome de insuficiencia respiratoria aguda; en la presión máxima no se identificaron diferencias significativas ni observadas ni estadísticas ($p = 0.06$). La APRV tiene ventajas y limitaciones, la principal ventaja consiste en la sumatoria de un casi continuo reclutamiento pulmonar que promueve la estabilidad alveolar y la oxigenación más la promoción de respiraciones espontáneas con sus beneficios asociados. Sin embargo, se menciona el consecuente desarrollo de atrapamiento aéreo que puede tener efectos lesivos a nivel pulmonar y el trabajo respiratorio y promoción de atelectrauma. En este estudio se confirmó el manejo de volúmenes corrientes altos con el uso de la APRV, los cuales se mantuvieron en aproximadamente 8.5 mL/kg justo a la mitad del manejo ventilatorio, asociándose éstos con la mejoría en la PaO₂ y PCO₂, así como regulación del equilibrio ácido-base. En cuanto al retiro de la ventilación mecánica, presentaron mejores parámetros para extubación exitosa el grupo de APRV que el grupo controlado por presión, ya que en el índice de respiraciones rápidas superficiales el volumen minuto y el índice de oxigenación tuvieron un resultado significativo con una $p < 0.05$, esto se muestra también en trabajos previos realizados, donde se presenta persistente mejoría de los índices de oxigenación, iniciando con la disminución de la FiO₂, buscando conservar los beneficios del reclutamiento con la presión media de la vía aérea aumentada. En los pacientes manejados con APRV cuando alcanzamos una FiO₂ menor de 60% que fue con la que iniciamos; se inició un abordaje que simula la instauración progresiva de un CPAP, el cual consistió en un aumento progresivo del tiempo alto en 0.5 a 2 segundos y descenso progresivo de la presión alta de 2 en 2 cmH₂O, hasta alcanzar una presión alta de aproximadamente 14 a 16 cmH₂O y un tiempo alto de 15 segundos, momento en el cual pudimos iniciar CPAP con o sin presión soporte, obteniéndose así parámetros (relación PaO₂/FiO₂, índice de respiraciones rápidas superficiales y volumen minuto) que favorecieron la fácil extubación previa prueba de ventilación espontánea exitosa. Por tal motivo, la APRV podría proponerse como una modalidad para la realización de la prueba de ventilación espontánea en pacientes de difícil extubación; hasta este momento no se cuenta con

estudios suficientes que evalúen la APRV en este aspecto. La APRV nos muestra un modo de ventilación en el que el paciente puede no tener tanta sedación para sincronizarse con el ventilador y entre cada ciclo tener respiraciones espontáneas, por lo que en nuestro estudio se ve reflejado en los días de ventilación mecánica, en donde el grupo controlado por presión tuvo más días de ventilación mecánica, así como mayor falla a la extubación y por ende reintubación. En cuanto a los pacientes que se les hizo traqueostomía, fueron 11 pacientes del grupo control en contraste con cero traqueostomías del grupo de APRV, esto asociado a que en el grupo controlado por presión se utilizaron por mayores tiempos sedantes en infusión e incluso uso de bloqueadores neuromusculares; las traqueostomías realizadas en el grupo control fueron predominantemente por falla respiratoria (ocho por falla respiratoria, uno por déficit neurológico y dos por intubación prolongada), observándose diferencias entre ambos grupos con significancia estadística.

La mortalidad que se registró fue de 8.3% con cinco pacientes pertenecientes al grupo controlado por presión, estos pacientes ingresaron con diagnóstico de falla orgánica múltiple, con presencia de falla respiratoria desde su ingreso, la mortalidad registrada en el grupo de APRV fue de 0% (*Figura 1*), pero debemos especificar que ningún paciente del



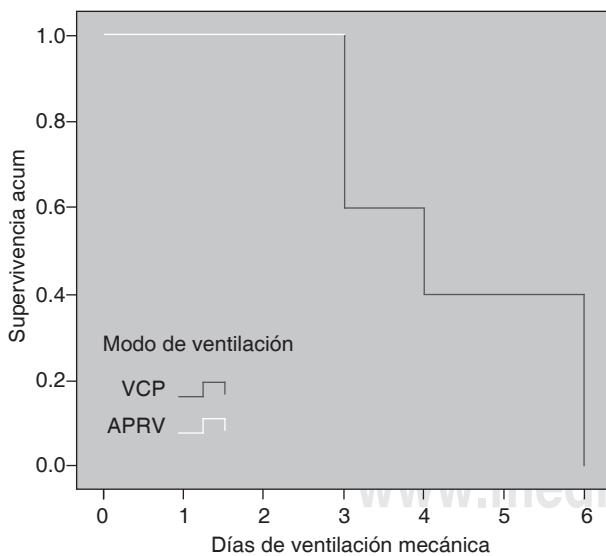
La falla respiratoria aguda se evaluó si era leve, moderada o grave, según el índice de ventilación-perfusión, por lo que los resultados fueron 6 pacientes que tuvieron índices PaO₂/FiO₂ menor a 100 y de 101 a 200 fueron 54 pacientes que corresponden al 90% de la población estudiada.

Figura 1. Frecuencia de índices ventilatorio-perfusorios.

grupo de APRV ingresó con diagnóstico de FOM. La falla respiratoria severa relacionada con un índice de oxigenación bajo incrementa sustancialmente la mortalidad. Se comenta en la literatura que cuando existen dos o más fallas (es decir, FOM) la mortalidad llega a ser hasta de 90%.

Se reafirma con el presente estudio la nueva clasificación propuesta para el síndrome de insuficiencia respiratoria aguda en leve, moderada y severa, en el Consenso de Berlín del 2012, ya que se manejaron FiO_2 y PEEP estandarizados en 91% de los pacientes del presente estudio, llegando a presentar una mayor mortalidad en el grupo de SIRA severo ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ menor de 100) ($p = 0.001$); este dato es de gran relevancia, debido a que la principal crítica al Consenso de Berlín es de que no manejaron FiO_2 y PEEP estandarizados; presentando por esto variaciones en el cálculo de la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ para los tres grupos de pacientes (grupo de baja mortalidad con $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 200-300, grupo de moderada mortalidad con $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 100-200 y grupo de alta mortalidad con $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$) que se manejaron en el Consenso de Berlín.

Supervivencia estimada por Kaplan-Meier durante los primeros seis días de ventilación mecánica



Se analizó la supervivencia con el método de Kaplan-Meier durante los primeros seis días de ventilación, observando una supervivencia de 100% en el grupo ventilado por APRV durante todos los días de ventilación mecánica, mientras en el grupo ventilado por presión se observó que a mayores días de ventilación mecánica los pacientes presentaban menor supervivencia.

Figura 2. Supervivencia estimada en modo controlado por presión y APRV.

En nuestro estudio, 91% de los pacientes se manejó con FiO_2 y PEEP estandarizados, y sólo en 9% de la población total de ambos grupos se modificó el FiO_2 y PEEP por mala evolución de los mismos; encontrándose una relación estadísticamente significativa entre un $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ menor de 100 y mayor mortalidad en nuestra población estudiada. La principal causa de falla respiratoria aguda que presentaron nuestros pacientes del grupo de APRV fue secundaria a eventos traumáticos (36% de la población) por quemaduras por fuego directo (16.6%) y contusión pulmonar (20%) y de los no traumáticos la causa más frecuente de falla respiratoria aguda en el grupo de APRV fue neumonía adquirida en la comunidad (17.5%) (*Cuadro I*). Existen estudios como el previamente citado donde se estudió la utilidad de la APRV en politrauma; es altamente probable que este grupo de pacientes presenten especial beneficio con este modo ventilatorio. No hubo correlación estadísticamente significativa entre el modo ventilatorio de primera elección y el diagnóstico de ingreso que causó la falla respiratoria.

CONCLUSIONES

La APRV es una estrategia ventilatoria alterna para los pacientes con hipoxemia, asociada con los fenómenos restrictivos que requieren aumento progresivo del soporte. Ésta no debe de considerarse solamente como modo no convencional de ventilación mecánica que se aplica como medida de rescate en pacientes que tienen una grave lesión pulmonar ya establecida, sino como un modo ventilatorio de primera opción en pacientes con falla respiratoria en estado crítico; buscando mejorar la oxigenación, promover el reclutamiento pulmonar, favorecer la actividad respiratoria espontánea y prevenir mayor lesión pulmonar.

BIBLIOGRAFÍA

- Stock MC, Downs JB, Frolicher DA. Airway pressure release ventilation. *Crit Care Med.* 1987;15:462-466.
- Raymondos K. Airway pressure release ventilation versus assist-control ventilation: a comparative propensity score and international cohort study. *Intensive Care Med.* 2010;36:817-827.
- Rose L, Hawkins M. Airway pressure release ventilation and biphasic positive airway pressure: a systematic review of definition al criteria. *Intensive Care Med.* 2008;34:1766-1773.
- Putensen C, Wrigge H. Clinical review: biphasic positive airway pressure and airway pressure release ventilation. *Crit Care.* 2004;8:492-497.
- Varpula T, Valta P, Niemi R, Takkunen O, Hynynen M, Pettilä VV. Airway pressure release ventilation as a primary

- ventilatory mode in acute respiratory distress syndrome. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2004;48:722-731.
6. Habashi NM. Other approaches to open-lung ventilation: airway pressure release ventilation. *Crit Care Med.* 2005;33(3):S228-S240.
 7. Putensen C, Wrigge H. Clinical review: biphasic positive airway pressure and airway pressure release ventilation. *Crit Care.* 2004;8:492-497.
 8. Myers T, et al. Does airway pressure release ventilation offer important new advantages in mechanical ventilator support? *Respiratory Care.* 2007;57(4):452-460.
 9. Frawley P, et al. Airway pressure release ventilation: theory and practice. *ACCN Clinical Issues.* 2001;12(2):234-246.
 10. Modrykamien A, et al. Airway pressure release ventilation: an alternative mode of mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Cleve Clin J Med.* 2011;78(2):101-110.
 11. Hedenstierna G, Lichtwarck-Aschoff M. Interfacing spontaneous breathing and mechanical ventilation. New insights. *Minerva Anestesiol.* 2006;72:183-198.
 12. Putensen C, Mutz NJ, Putensen-Himmer G, Zinserling J. Spontaneous breathing during ventilator support improves ventilation-perfusion distributions in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:1241-1248.
 13. Neumann P, Wrigge H, Zinserling J, et al. Spontaneous breathing affects the spatial ventilation and perfusion distribution during mechanical ventilatory support. *Crit Care Med.* 2005;33:1090-1095.
 14. Hering R, Peters D, Zinserling J, Wrigge H, von Spiegel T, Putensen C. Effects of spontaneous breathing during airway pressure release ventilation on renal perfusion and function in patients with acute lung injury. *Intensive Care Med.* 2002;1426-1433.
 15. Hering R, Viehöfer A, Zinserling J, et al. Effects of spontaneous breathing during airway pressure release ventilation on intestinal blood flow in experimental lung injury. *Anesthesiology.* 2003;99:1137-1144.
 16. Stawicki SP, et al. High-frequency oscillatory ventilation (HFOV) and airway pressure release ventilation (APRV): a practical guide. *J Intensive Care Med.* 2009;24(4):215-229.
 17. Putensen C, Zech S, Wrigge H, et al. Long-term effects of spontaneous breathing during ventilatory support in patients with acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164:43-49.
 18. Varpula T, Jousela I, Niemi R, Takkunen O, Pettilä V. Combined effects of prone positioning and airway pressure release ventilation on gas exchange in patients with acute lung injury. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2003;47:516-524.
 19. Varpula T, Valta P, Niemi R, Takkunen O, Hyyninen M, Pettilä VV. Airway pressure release ventilation as a primary ventilatory mode in acute respiratory distress syndrome. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2004;48:722-731.
 20. Dart BW 4th, Maxwell RA, Richart CM, et al. Preliminary experience with airway pressure release ventilation in a trauma/surgical intensive care unit. *J Trauma.* 2005;59:71-76.
 21. González M, Arroliga AC, Frutos-Vivar F, et al. Airway pressure release ventilation versus assist-control ventilation: a comparative propensity score and international cohort study. *Intensive Care Med.* 2010;36(5):817-827.
 22. Martin LD, Wetzel RC. Optimal release time during airway pressure release ventilation in neonatal sheep. *Crit Care Med.* 1994;22:486-493.
 23. Rose L, et al. Airway pressure release ventilation and biphasic positive airway pressure: a systematic review of definitional criteria. *Intensive Care Med.* 2008;34:1766-1773.
 24. Dries D, Marini J. Airway pressure release ventilation. *J Burn Care Res.* 2009;30(6):929-936.
 25. Phua J, Stewart TE, Ferguson ND. Acute respiratory distress syndrome 40 years later: time to revisit its definition. *Crit Care Med.* 2008;36(10):2912-2921.
 26. The ARDS Definition Task Force. Acute respiratory distress syndrome. *JAMA.* 2012;307:2526-2533.
 27. Villar J, Blanco J, Añón JM, Santos-Bouza A, Blanch L, Armbrós A, et al. The ALIEN study: incidence and outcome of acute respiratory distress syndrome in the era of lung protective ventilation. *Intensive Care Med.* 2011;37:1932-1941.
 28. Villar J, Kacmarek RM. The American-European Consensus Conference definition of the acute respiratory distress syndrome is dead, long live positive end-expiratory pressure! *Med Intensiva.* 2012;36(8):571-575.
 29. Britos M, Smoot E, Liu KD, et al. The value of positive end-expiratory pressure and FiO_2 criteria in the definition of the acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2011;39(9):2005-2030.
 30. Arancibia F. Nueva definición de Berlín de síndrome de distrés respiratorio agudo. *Revista Chilena de Medicina Intensiva.* 2012;27(1):35-40.
 31. Villar J, Slutsky AS. Is acute respiratory distress syndrome an iatrogenic disease? *Crit Care.* 2010;14:120.
 32. Spragg RG, Bernard GR, Checkley W, et al. Beyond mortality: future clinical research in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2010;181(10):1121-1127.
 33. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007;29:1003-1056.
 34. Neil RM, et al. Evidence based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support. *Chest J.* 2001;120:375-396.

Correspondencia:

Dr. Juan Lara Cruz
 Calle Yoloxóchitl, Mz. 367, Lt. 3391 B,
 Col. Lázaro Cárdenas, 54189,
 Tlalnepantla, Estado de México.
 Teléfono: 57 18 75 46
 Celular: 044 55 40 87 41 34