

# El volumen tidal como predictor temprano de falla en ventilación mecánica no invasiva en la insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica

Graziella Alexandra Gálvez Blanco,\* Alfredo Aisa Álvarez,\* Janet Silvia Aguirre Sánchez,\* Juvenal Franco Granillo\*

## RESUMEN

La insuficiencia respiratoria aguda (IRA) se clasifica en hipoxémica o hipercápnica, la primera es la más común. Es la causa principal del uso de ventilación mecánica invasiva o no invasiva en las Unidades de Cuidados Intensivos. La ventilación mecánica no invasiva (VMNI) se desarrolló como una alternativa a la invasiva para tratar de eliminar las complicaciones asociadas a esta última. Hasta el momento no se ha demostrado su papel en la IRA hipoxémica, sobre todo por las altas tasas de falla asociadas a su uso y a la falta de información en las guías respecto a esta entidad. Ciertos pacientes podrían beneficiarse, pero aún no se han establecido los parámetros que determinan, en caso de hipoxemia, las fallas en la VMNI. Uno de ellos recientemente fue el aumento del volumen tidal exhalado (VTe) mayor de 9.5 mL/kg de peso predicho.

**Material y métodos:** Estudio retrospectivo observacional.

**Resultados:** Se reportaron los datos de 40 pacientes. El VTe promedio fue de  $8.8 \pm 3.7$  mL/kg peso ideal. Al comparar al grupo de falla en la VMNI contra el grupo de éxito no hubo diferencia significativa en cuanto al VTe inicial ( $9.09 \pm 3.33$  versus  $8.59 \pm 3.95$ ; IC 95%,  $p = 0.570$ ) ni después de seis horas de uso de VMNI ( $9.11 \pm 2.43$  versus  $8.53 \pm 3.22$ ; IC 95%,  $p = 0.628$ ). El porcentaje de pacientes con VTe menor de 6 mL/kg fue más bajo en el grupo de falla comparado con el grupo de éxito, pero no estadísticamente significativo.

**Conclusión:** El VTe inicial y después de seis horas de uso de la VMNI no fue factor predictor de falla en esta terapia. Por la naturaleza de nuestro estudio, estos resultados no son concluyentes y se requieren estudios prospectivos multicéntricos para mayores repercusiones.

**Palabras clave:** Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda, ventilación no invasiva, neumonía, insuficiencia respiratoria, volumen tidal exhalado.

## SUMMARY

Acute respiratory failure (ARF) can be classified by the main impairment, hypoxemic or hypercapnic, the first one is the most common. ARF is the main reason to use non-invasive or invasive ventilation in intensive care units. Non-invasive ventilation (NIV) was developed as an alternative to invasive ventilation (IV) mainly to diminish complications due to endotracheal intubation and sedation. Its role as treatment for hypoxemic ARF has not been proven, mainly because of high rates of failure and lack of literature that supports its use. Some patients could have the benefit of NIV, but it is imperative to determine which parameters (gasometric or ventilatory) can predict failure in the hypoxemic patient. Recently, a prospective study demonstrated that an exhaled tidal volume (VTe) greater than 9.5ml/kg predicted body weight could be indicative of failure.

**Material and methods:** Observational retrospective study.

**Results:** A total of 40 patients was reported. The main VTe was  $8.8 \pm 3.7$  mL/kg. There was no significant difference when the failure group versus the success group regarding the initial VTe ( $9.09 \pm 3.33$  versus  $8.59 \pm 3.95$ ; IC 95%,  $p = 0.570$ ) nor six hours after the use of NIV ( $9.11 \pm 2.43$  versus  $8.53 \pm 3.22$ ; IC 95%,  $p = 0.628$ ). The percentage of patients meeting their VTe less or equal to 6 mL/kg predicted body weight in the failure group was less compared to the success group, but this was not statistically significant.

**Conclusion:** VTe at the beginning and six hours after was not an early predictor of failure to NIV. Because of the nature of our study, these results are not conclusive. Multicentric prospective studies might be needed for a better impact.

**Key words:** Acute respiratory distress syndrome, non-invasive ventilation, pneumonia, respiratory failure; tidal volume.

## RESUMO

A Insuficiência Respiratória Aguda (IRA) é classificada em hipoxêmica ou hipercápnica, a primeira é a mais comum.

É a principal causa de utilização da ventilação mecânica invasiva ou não-invasiva na unidade de terapia intensiva. A ventilação mecânica não invasiva (VMNI) foi desenvolvida como uma alternativa a invasiva tratando de eliminar as complicações associadas a essa última. Até o momento não está demonstrado o seu papel na IRA hipoxêmica sobre tudo pelas altas taxas de falha associadas à sua utilização e a falta de informação nas guias sobre esta entidade. Alguns pacientes poderiam se beneficiar, mas ainda não foram estabelecidos parâmetros que determinam, no caso da hipoxêmica, falha na VMNI. Um deles recentemente foi o aumento do volume corrente exalado (VTe) maior a 9.5 mL/kg do peso previsto.

**Material e métodos:** Estudo retrospectivo observacional.

**Resultados:** Reportaram-se dados de 40 pacientes. O VTe médio foi de  $8.8 \pm 3.7$  mL/kg peso ideal. Ao comparar ao grupo de falha na VMNI contra o grupo de êxito, não houve diferença significativa em quanto ao VTe inicial ( $9.09 \pm 3.33$  vs  $8.59 \pm 3.95$ ; IC 95%,  $p = 0.570$ ) nem mesmo nas 6 horas de uso da VMNI ( $9.11 \pm 2.43$  vs  $8.53 \pm 3.22$ ; IC 95%,  $p = 0.628$ ). A porcentagem de pacientes com VTe menor a 6 mL/kg foi menor no grupo de falha em comparação com o grupo de êxito, mas isso não foi estatisticamente significativo.

**Conclusão:** O Vte inicial e às 6 horas do uso da VMNI não foi um fator preditor de falha a esta terapia. Pela natureza do nosso estudo, estes resultados não são conclusivos e requerem estudos prospectivos multicêntricos para um maior impacto.

**Palavras-chave:** Síndrome de insuficiência respiratória aguda, ventilação não invasiva, pneumonia; insuficiência respiratória, volume corrente exalado.

## INTRODUCCIÓN

La insuficiencia respiratoria aguda (IRA) es un síndrome caracterizado por la imposibilidad de mantener niveles normales tanto de oxígeno como de dióxido de carbono por parte del sistema respiratorio que requiere el organismo.<sup>1</sup>

De acuerdo con estas alteraciones IRA se clasifica en hipoxémica e hipercápnica dependiendo de su alteración principal, siendo la primera la forma más común. La insuficiencia hipoxémica se presenta cuando se ve alterada la relación ventilación/perfusión como en el caso de infiltrados alveolares o colapso pulmonar.<sup>1</sup>

El soporte mecánico ventilatorio es uno de los pilares del tratamiento que se brinda a los pacientes en las unidades de cuidados intensivos (UCI), llegando a utilizarse hasta en 30% de los pacientes hospitalizados. Ésta puede ser invasiva o no invasiva y su uso principal es en el tratamiento de IRA.<sup>2</sup>

La ventilación mecánica no invasiva (VMNI) se define como cualquier forma de administrar presión positiva a través de interfaz sin utilizar tubo endotraqueal. Se desarrolló con el fin de dar soporte ventilatorio sin la necesidad de invasión en la vía respiratoria y eliminar las complicaciones asociadas a ella.<sup>1</sup>

En la práctica clínica se tienen criterios, tanto clínicos como gasométricos, para someter a un paciente a ventilación mecánica invasiva o no invasiva, así

\* Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro».

como criterios de fallo en la ventilación no invasiva. Se han establecido indicaciones específicas para el manejo de pacientes con un modo ventilatorio no invasivo, su uso ha ido en aumento y en años recientes se le considera un tratamiento alternativo a la ventilación mecánica invasiva (VMI), si se cumplen los criterios para ésta.<sup>3</sup>

### Uso de la ventilación mecánica no invasiva en IRA hipoxémica

Cada vez más se utiliza la VMNI como soporte inicial en la falla respiratoria aguda hipoxémica, sobre todo en pacientes sin patología pulmonar previa. A pesar de que patologías como la neumonía son la causa principal de hipoxia y que *per se* este diagnóstico es un marcador independiente de falla en la VMNI, en la última década se ha utilizado con mayor frecuencia para el manejo de esta entidad.<sup>4</sup>

La aplicación de VMNI en casos de hipoxemia se debe al principio fisiopatológico que ocasiona disminución del cortocircuito intrapulmonar, mejorando así los niveles de oxigenación. Se lleva a cabo por reclutamiento de alvéolos colapsados, previene el cizallamiento, aumenta la capacidad funcional residual y mejora la relación V/Q.<sup>1</sup>

Lo anterior es el principio por el cual puede utilizarse VMNI en el edema agudo pulmonar cardiogénico (EAPC), una de las patologías más representativas de IRA hipoxémica<sup>1</sup> en la que además la presión positiva provoca redistribución del fluido intraalveolar, mejora la distensibilidad pulmonar optimizando el trabajo respiratorio, lo que en consecuencia reduce precarga y postcarga beneficiando también la función ventricular.<sup>5</sup>

A pesar de contar con principios fisiológicos que justifiquen el uso de la VMNI en esta entidad, la literatura al respecto es escasa y no se cuenta con ensayos clínicos aleatorizados, controlados o recomendaciones específicas en guías de práctica clínica.<sup>6</sup>

#### *Neumonía adquirida en la comunidad*

Se ha discutido el uso de la VMNI en casos de neumonía, hasta el momento el éxito de su uso radica en el tratamiento de pacientes con EPOC, ya que los pacientes hipoxémicos infectados tienen una tasa muy alta de fracaso.<sup>7,8</sup>

Pocos estudios mencionan la VMNI como tratamiento en pacientes con neumonía adquirida en la comunidad (NAC). Su uso es controversial, puesto que la falla en la VMNI muestra una tasa muy variable. Uno de los marcadores de fracaso en estos pacientes es la disminución o no variación en los niveles de PaO<sub>2</sub>,<sup>9,10</sup> incluso hay estudios publicados que concluyen que el retraso

de la VMI en estos pacientes aumenta significativamente la mortalidad.<sup>11</sup>

#### *Volumen tidal en VMNI*

En la VMNI el volumen corriente resulta tanto de la presión de la vía aérea proporcionada por el ventilador como la presión generada por los músculos respiratorios que dependen del impulso respiratorio del paciente. Lo poco que se ha reportado sobre esto último es que tanto el esfuerzo como el impulso respiratorios son altos, por lo que lograr un volumen corriente exhalado (VTe) bajo es difícil con el uso de VMNI.<sup>12</sup>

Recientemente se realizó un estudio prospectivo en un centro de enseñanza médica en el que se demostró que el VTe por kg de peso pronosticado superior a 9.5 mL/kg predecía el fracaso de la VMNI en pacientes sin patología previa pulmonar con IRA hipoxémica, sobre todo en aquéllos que presentaban una relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> menor de 200 mmHg.<sup>6</sup>

#### **No invasivo versus invasivo**

Algunos estudios recientes, incluyendo ensayos clínicos, demostraron superioridad de la ventilación mecánica no invasiva, aun cuando los pacientes tenían criterios de intubación, resultando en que cerca de 50% de los pacientes resolvieron la causa de insuficiencia respiratoria aguda; aunque esto no se tradujo en mejoría de la mortalidad.<sup>2</sup> Analizando la población de estos estudios, los pacientes beneficiados cursaban con EPOC o edema agudo pulmonar cardiogénico y en ambas entidades se ha establecido ya a la VMNI como la terapia de elección para soporte ventilatorio.<sup>3</sup>

Por el contrario, la ventilación mecánica invasiva en insuficiencia respiratoria asociada a neumonía o proceso infeccioso de origen pulmonar ha sido la primera opción de tratamiento, de hecho, este diagnóstico ha demostrado ser un factor independiente de falla en la ventilación no invasiva.<sup>3</sup> Se ha reportado en la mayor parte de los estudios que hay cierto grado de mejoría temprana, pero que con el paso del tiempo dos tercios de estos pacientes fallarán en la VMNI.<sup>13</sup>

De acuerdo con las estadísticas tanto europeas como estadounidenses la falla en la VMNI es de hasta 30%, un rango alto que provoca mayor morbimortalidad al retrasar la intubación orotraqueal; siendo imperativo identificar los pacientes que incluso con un adecuado manejo de la VMNI no van a beneficiarse de este tipo de soporte. En la práctica clínica es aún muy subjetivo establecer quiénes son esos pacientes.<sup>14</sup>

Por ello debe replantearse la posibilidad de utilizar la VMNI en pacientes seleccionados hipoxémicos y definir los parámetros tanto de contraindicación absoluta como

de respuesta al tratamiento. El motivo de este estudio fue evaluar lo que se planteó como falla en la VMNI en pacientes hipóxicos recientemente: volumen tidal por kg de peso pronosticado mayor de 9.5 mL/kg.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Objetivo primario:** Comparar el volumen tidal inicial y después de seis horas en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica sometidos a ventilación mecánica no invasiva que fracasaron contra los que tuvieron éxito.

**Objetivos secundarios:** Describir el resultado final de los pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica sometidos a ventilación mecánica no invasiva. Determinar las características de pacientes con hipoxemia que fracasan en la ventilación no invasiva. Identificar las patologías más comunes que originan hipoxemia. Comparar características de los pacientes hipoxémicos que fallan en la ventilación mecánica no invasiva con las de quienes tienen éxito. Comparar las estadísticas internacionales y nacionales con datos propios.

**Método:** Estudio retrospectivo observacional.

**Universo de estudio:** Pacientes ingresados al Departamento de Medicina Crítica del Centro Médico ABC de marzo de 2014 a julio de 2016 que hayan sido sometidos a ventilación mecánica no invasiva.

**Lugar del estudio:** Departamento de Medicina Crítica del Centro Médico ABC.

**Criterios de inclusión:** Pacientes hospitalizados en el Departamento de Medicina Crítica del Centro Médico ABC Campus Observatorio y Santa Fe que requirieron ventilación mecánica no invasiva y que por criterios gasométricos tuvieron hipoxemia ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ ). Pacientes mayores de 18 años. Pacientes cuyo expediente contara con todas las variables que se analizaron.

**Criterios de no inclusión:** Pacientes que a su ingreso a la unidad hayan sido intubados de forma inmediata o en un periodo menor de dos horas. Pacientes menores de 18 años. Pacientes cuyo expediente se encontrara incompleto.

**Criterios de exclusión:** Pacientes sometidos a VMNI como terapia paliativa o que a pesar de haber presentado insuficiencia en la VMNI, rechazaron ser sometidos a ventilación invasiva. Pacientes sometidos a VMNI que tuvieron en su gasometría inicial nivel de  $\text{PaCO}_2$  igual o mayor de 45 mmHg.

**Variables:** Se recolectaron las siguientes variables: escalas de severidad de enfermedad (APACHE II y SOFA), valores gasométricos arteriales previos a la colocación de VMNI y a las seis horas de VMNI. Se obtuvieron de igual forma datos demográficos, días de estancia intrahospitalaria y en UCI, días de ventilación mecánica tanto de no invasiva como de invasiva (si aplica), días fuera de ventilación mecánica, egreso hospitalario y egreso por falle-

cimiento. Se recabaron tiempo de uso continuo en horas, días de ventilación totales, falla en ventilación mecánica y requerimiento de intubación orotraqueal, días previos a la intubación si es que hubo, mortalidad en la terapia y hospitalaria, total de días en terapia y hospitalización, peso pronosticado y volumen tidal exhalado al inicio y al cabo de seis horas de uso de VMNI.

**Análisis estadístico:** Los datos recabados se expresan en promedios + desviación estándar si éstos presentaban una distribución normal. El resto de los datos se expresan en porcentajes. El análisis estadístico se realizó mediante comparación de promedios entre grupos con prueba *t* de Student o U de Mann Whitney según sea el caso. En el análisis de datos no paramétricos se utilizaron tablas de contingencia  $\chi^2$ . Para la comparación de diversos grupos se utilizó prueba de análisis de varianza de ANOVA. Se consideró estadísticamente significativo si *p* igual o menor de 0.05.

## RESULTADOS

Se analizaron en total 40 pacientes con insuficiencia respiratoria tipo I que fueron manejados con ventilación mecánica no invasiva. Del total, 19 (47.5%) fueron hombres. La edad promedio fue de  $72.0 \pm 13.7$ . El diagnóstico principal que originó IRA hipoxémica fue neumonía adquirida en la comunidad con 65% ( $n = 26$ ) (*Cuadro I*).

El volumen tidal promedio fue de  $8.8 \pm 3.7$  mL/kg peso ideal con una media de presión soporte de  $5.7 \pm 2.1$  cmH<sub>2</sub>O. El SOFA al ingreso fue de  $6.2 \pm 3.1$  y APACHE II de  $15.4 \pm 5.5$ . El valor de  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  promedio fue de  $130.0 \pm 55.7$  mmHg y de  $\text{PaCO}_2$  de  $35.2 \pm 6.4$  mmHg (*Cuadro II*). De los 40 pacientes con VMNI, 12 (30%) requirieron manejo con Ventilación Mecánica Invasiva y de éstos, 11 pacientes (91.6%) presentaron hipoxemia moderada a grave definida como  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  menor de 200 mmHg (*Cuadro III*).

De los 40 pacientes sólo en 25% (10 pacientes) se logró un VTe  $< 6$  mL/kg peso ideal. Al comparar al grupo de falla en la VMNI contra el grupo de éxito no hubo diferencia significativa en cuanto al VTe inicial ( $9.1 \pm 3.33$  versus  $8.6 \pm 3.95$ ; IC 95%,  $p = 0.570$ ) ni después de seis horas de uso de VMNI ( $9.11 \pm 2.43$  versus  $8.53 \pm 3.22$ ; IC 95%,  $p = 0.628$ ) (*Cuadro IV*). El porcentaje de pacientes con volumen tidal menor de 6 mL/kg fue más bajo en el grupo de falla comparado con el grupo de éxito, pero no fue estadísticamente significativo (8.3 versus 32.1%; IC95%,  $p = 0.111$ ).

El grupo de éxito en la terapia con VMNI mostró un incremento de la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  después de seis horas en comparación con los de falla ( $167.85 \pm 37.91$  versus  $117.50 \pm 52.05$ ; IC 95%,  $p = 0.001$ ). Una relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 150$  mmHg después de seis horas se asoció a falla en el manejo con VMNI [OR 2.36; IC 95% 1.19-4.66,  $p = 0.019$ ]. Los pacientes que presentaron falla en la ventilación mecánica no invasiva tuvieron más tiempo

de estancia hospitalaria ( $31.42 \pm 23.6$  versus  $12.93 \pm 4.93$ ; IC 95%,  $p = 0.000$ ) y también más tiempo de estancia en la UCI ( $23.17 \pm 13.11$  versus  $7 \pm 4.03$ ; IC 95%  $p = 0.000$ ), con más días en ventilación mecánica ( $19.92 \pm 12.22$  versus  $3.54 \pm 3.78$ ; IC 95%,  $p = 0.000$ ).

De los 40 enfermos, 11 (27.5%) fallecieron. Los pacientes que mostraron falla en la VMNI presentaron mayor mortalidad en comparación con los que tuvieron éxito [9 (75%) versus 2 (7.1%); IC 95%,  $p = 0.000$ ], se observó que la falla en la VMNI es un factor asociado a mayor mortalidad [OR de 10.63; IC 95% 2.72-41.45,  $p = 0.000$ ].

Para las variables que mostraron tendencia a la significancia estadística, se realizó análisis de regresión logística sin detectar variables significativas.

**Cuadro I. Características demográficas de los pacientes.**

Variables	
Edad-años (media $\pm$ DE)	72.0 $\pm$ 13.7
Género n (%)	
Masculino	19 (47.5)
Femenino	21 (52.5)
SOFA al ingreso (rango)	6 (4-8)
APACHE II al ingreso (rango)	15 (11-18.75)
SIRA	
Leve n (%)	7 (17.5)
Moderada/grave n (%)	33 (82.5)
Causas de insuficiencia respiratoria	
NAC (%)	26 (65)
NIH (%)	9 (22.5)
SIRA extrapulmonar (%)	5 (12.5)
Días de VMNI (media $\pm$ DE)	4.3 $\pm$ 4.6
Total de días de ventilación (media $\pm$ DE)	8.4 $\pm$ 10.3
Días de estancia en UCI (media $\pm$ DE)	11.8 $\pm$ 10.8
Días de estancia hospitalaria (media $\pm$ DE)	18.5 $\pm$ 15.8
Falla en la VMNI (%)	12 (30)
Mortalidad (%)	11 (27.5)

DE = Desviación estándar, VMNI = Ventilación mecánica no invasiva, APACHE = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*, SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment*, UCI: Unidad de Cuidados Intensivos, NAC = Neumonía adquirida en la comunidad, NIH = Neumonía intrahospitalaria, SIRA = Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

**Cuadro II. Parámetros ventilatorios y gasométricos de los pacientes.**

Variables	Media $\pm$ DE
IPAP	11.0 $\pm$ 4.3
EPAP	6.5 $\pm$ 1.2
Presión soporte	5.7 $\pm$ 2.1
VTe inicial en mL/kg de peso pronosticado	8.8 $\pm$ 3.7
VTe después de 6 horas en mL/kg de peso pronosticado	8.6 $\pm$ 2.9
pH	7.42 $\pm$ 0.07
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	130.0 $\pm$ 55.7
PaCO <sub>2</sub>	35.2 $\pm$ 6.4

IPAP = *Inspiratory positive airway pressure*, EPAP = *Expiratory positive airway pressure*, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> = Relación de la presión parcial de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno, PaCO<sub>2</sub> = Presión parcial de dióxido de carbono, DE = Desviación estándar, VTe = Volumen tidal exhalado, Peso pronosticado en kg: (Talla en cm -152.4)  $\times$  0.91 +50 hombres o 45.5 mujeres.

## DISCUSIÓN

En este estudio se describen las características clínicas de los pacientes con hipoxemia *de novo* sometidos a VMNI, con una diversidad de diagnósticos que la originan. En nuestro centro se tiene una amplia experiencia en uso de VMNI, tanto por el equipo médico como por el de enfermería, por lo que nuestros resultados pueden no ser reproducibles en otros centros. A pesar de esta experiencia, el número de pacientes que conforman

**Cuadro III. Características basales de los pacientes con insuficiencia respiratoria tipo I por grupos de éxito y falla en el manejo con VMNI.**

Variables	Éxito en la VMNI n = 28	Falla en la VMNI n = 12	p
Edad-años media $\pm$ DE	73.8 $\pm$ 13.2	67.8 $\pm$ 14.7	0.627
Sexo n (%)			
Femenino	12 (42.8)	7 (58.3)	0.369
Masculino	16 (57.1)	5 (41.6)	
SOFA al ingreso (rango)	6 (4-8.8)	6 (3.2-8)	0.714
APACHE II al ingreso (rango)	15 (11-17.8)	14 (11.2-19)	0.726
SIRA			
Leve (%)	6 (21.4)	1 (8.3)	
Moderada/grave (%)	22 (78.5)	11 (91.6)	0.318
Días VMNI media $\pm$ DE	3.5 $\pm$ 2.8	6.2 $\pm$ 7.1	0.003
Días de ventilación total media $\pm$ DE	3.5 $\pm$ 3.8	19.9 $\pm$ 12.2	0.000
Días de estancia en UCI Media $\pm$ DE	7.0 $\pm$ 4.0	23.2 $\pm$ 13.1	0.000
Días de estancia hospitalaria media $\pm$ DE	12.9 $\pm$ 4.9	31.4 $\pm$ 23.6	0.000
Mortalidad (%)	2 (7.1)	9 (75)	0.000

DE = Desviación estándar, VMNI = Ventilación mecánica no invasiva, APACHE = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*, SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment*, UCI = Unidad de Cuidados Intensivos, SIRA = Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

**Cuadro IV. Parámetros ventilatorios y gasométricos de los pacientes con insuficiencia respiratoria tipo I por grupos de éxito y falla en el manejo con VMNI.**

Variables	Éxito en la VMNI Media $\pm$ DE (n = 28)	Falla en la VMNI Media $\pm$ DE (n = 12)	p
IPAP	11.1 $\pm$ 6.5	10.8 $\pm$ 3.6	0.325
EPAP	6.4 $\pm$ 1.2	6.7 $\pm$ 1.3	0.486
Presión soporte	6.1 $\pm$ 2.3	4.7 $\pm$ 0.95	0.689
VTe inicial en mL/kg de peso pronosticado	8.6 $\pm$ 3.9	9.1 $\pm$ 3.3	0.570
VTe después de 6 horas en mL/kg de peso pronosticado	8.5 $\pm$ 3.2	9.1 $\pm$ 2.4	0.628
pH	7.43 $\pm$ 0.07	7.39 $\pm$ 0.08	0.925
PaO <sub>2</sub>	128.1 $\pm$ 59.1	137.3 $\pm$ 50.1	0.324
PaCO <sub>2</sub>	35.1 $\pm$ 6.8	35.6 $\pm$ 6.1	0.810

IPAP = *Inspiratory positive airway pressure*, EPAP = *Expiratory Positive Airway Pressure*, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> = Relación de la presión parcial de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno, PaCO<sub>2</sub> = Presión parcial de dióxido de carbono, DE = Desviación estándar, VTe = Volumen tidal exhalado, peso pronosticado en kg: (Talla en cm -152.4)  $\times$  0.91 +50 hombres o 45.5 mujeres.

este estudio es limitado y por su naturaleza retrospectiva, podrían obtenerse resultados más significativos de estudios más amplios y prospectivos.

Estos resultados tienen una similitud con lo descrito en la literatura universal, entre ellos el porcentaje de falla en la ventilación no invasiva y los diagnósticos que la originan.<sup>15,16</sup> Cabe mencionar que se tomaron controles gasométricos y ventilatorios a seis horas de su uso, pudiendo ser mucho más próximos, ya que en caso de que un paciente falle en la VMNI, los signos tempranos aparecen al cabo de seis horas o minutos.<sup>15,16</sup>

Este estudio analizó los parámetros gasométricos y ventilatorios para determinar de manera temprana a alguno de falla en la VMNI. Uno de ellos fue la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  al inicio y después de seis horas. Si tenemos pacientes con  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  menor de 150 y en seis horas no presenta mejoría, podríamos definirlo como un paciente que amerita someterse a ventilación invasiva. Lo anterior ya había sido determinado previamente en 2012, por lo que la VMNI es una alternativa a la VMI en caso de que se observe mejoría en la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ .<sup>10</sup>

A diferencia del estudio reportado por el Dr. Carreaux no se demostró diferencia en los pacientes con VT mayor de 9.5 mL/kg para determinar la falla en la VMNI, lo que tiene dos causas, nuestro estudio trató de determinar su utilidad como parámetro oportuno (primeras seis horas), mientras que el estudio previo lo demostró durante el uso de la VMNI y entre sesiones separadas de ventilación no invasiva, es decir es más un parámetro de vigilancia que un marcador temprano de falla.<sup>6</sup> Se requerirían entonces más estudios prospectivos para determinar con mayor relevancia la estadística nuestro hallazgo.

Cabe destacar en este estudio que los pacientes que fallecieron presentaron una relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  menor de 100, igual a lo reportado por el Dr. Thille en 2013, por lo que a estos pacientes se les debería de clasificar como no candidatos a la VMNI y no utilizar esta última de forma inicial, ya que el retraso de la intubación orotraqueal (IOT) se asocia a mayor morbimortalidad.<sup>4</sup>

No se observó un valor de APACHE o SOFA que sugiriera el deterioro posterior. Deberá hacerse un estudio prospectivo en este grupo particular de pacientes para detectar quiénes podrían beneficiarse de VMNI y en quiénes se estaría retrasando la intubación inminente.

## CONCLUSIÓN

El volumen tidal inicial y al cabo de seis horas de uso de la VMNI no fue factor predictor de falla en esta terapia. Un dato que podría considerarse es la respuesta en la relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  posterior a la aplicación de la VMNI. Por la naturaleza de nuestro estudio, estos resultados no son concluyentes y se requieren estudios prospectivos multicéntricos para mayores efectos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Romero DC, Budini H, Cerpa F, Cáceres D, Hidalgo V, Gutiérrez T, et al. Pathophysiological basis of acute respiratory failure on non-invasive mechanical ventilation. *Open Respir Med J*. 2015;9(Suppl 2):97-103.
- Honruba T, García LF, Franco N, Mas M, Guevara M, Daguerre M, et al. Noninvasive vs conventional mechanical ventilation in acute respiratory failure. *Chest*. 2005;128:3916-3924.
- Contou D, Fragnoli C, Córdoba IA, Boissier F, Brun-Buisson C, Thille AW. Noninvasive ventilation for acute hypercapnic respiratory failure: intubation rate in an experienced unit. *Respir Care*. 2013;58(12):2045-2052.
- Thille AW, Contou D, Fragnoli C, Córdoba-Izquierdo A, Boissier F, Brun-Buisson C. Noninvasive ventilations for acute hypoxemic respiratory failure: intubation rate and risk factors. *Crit Care*. 2013;17:R269.
- Vital F, Ladeira MT, Atallah AN. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary edema. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;31:CD005351.
- Carteaux G, Millán-Guilarte T, De Prost N, Razazi K, Abid S, Thille AW, et al. Failure of noninvasive ventilation for de novo acute hypoxemic respiratory failure: role of tidal volume. *Crit Care Med*. 2016;44:282-290.
- Confalonieri M, Potena A, Carbone G, Della Porta R, Tolley EA, Meduri GU. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia. A prospective randomised evaluation of non-invasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160:1585-1591.
- Abou-Shala N, Meduri U. Noninvasive mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *Crit Care Med*. 1996;24:705-715.
- Hess DE, Fessler HE. Respiratory controversies in the critical care setting. Should noninvasive positive-pressure ventilation be used in all forms of acute respiratory failure? *Respir Care*. 2007;52:568-578.
- Carrillo A, Gonzalez DG, Ferrer M, Martinez-Quintana ME, Lopez-Martinez A, Llamas N, Alcazar M, Torres A. Non-invasive ventilation in community acquired pneumonia and severe acute respiratory failure. *Intensive Care Med*. 2012;38:458-466.
- Mas A, Masip J. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2014;9:837-852.
- Brochard L, Lefebvre JC, Cordioli RL, Akoumianaki E, Richard JC. Noninvasive ventilation for patients with hypoxemic acute respiratory failure. *Semin Respir Crit Care Med*. 2014;35:492-500.
- Minuto A, Giacomini M, Giamundo B, Tartufari A, Denkwitz T, Marzorati S, et al. Non-invasive mechanical ventilation in patients with acute cardiogenic pulmonary edema. *Minerva Anestesiol*. 2003;69:835-840.
- Kallet RH, Hemphill JC 3rd, Dicker RA, Alonso JA, Campbell AR, Mackersie RC, et al. The spontaneous breathing pattern and work of breathing of patients with acute respiratory distress syndrome and acute lung injury. *Respir Care*. 2007;52:989-995.
- Keenan S, Mehta S. Noninvasive ventilation for patients presenting with acute respiratory failure: the randomized controlled trials. *Resp Care*. 2009;54:116-126.
- Martin TJ, Hovis JD, Costantino JP, Bierman MI, Donahoe MP, Rogers RM, et al. A randomized, prospective evaluation of noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161:807-813.

### Correspondencia:

Graziella Alexandra Gálvez Blanco  
 Sur 136, Col. Las Américas,  
 Del. Álvaro Obregón, 01120, Ciudad de México.  
 Tel. 5230 8000, ext. 8594  
 Cel. 3317416516  
 E-mail: gagb1986@yahoo.fr