

Evolución clínica y gasométrica en recién nacidos pretérmino en ventilación por volumen

Dillan D. Izaguirre-Alcántara*, Guadalupe Cordero-González, Sandra Carrera-Muiños,
Luis A. Fernández-Carrocerá y Diana V. Reyes-García

Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa Reyes, Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: La ventilación mecánica continúa siendo una herramienta esencial en el cuidado de los recién nacidos prematuros. Hay evidencia de que la ventilación limitada por volumen (VLV) tiene ventajas sobre ventilación limitada por presión (VLP). **Objetivo:** Determinar la evolución clínica y gasométrica en los recién nacidos pretérmino en VLV en comparación con VLP. **Material y métodos:** Fue una investigación observacional y analítica en una unidad de cuidados intensivos neonatales, donde se incluyeron 80 recién nacidos ≤ 32 semanas de gestación y $\leq 1,000$ g al nacimiento divididos en dos grupos. **Resultados:** Se observó diferencia estadísticamente significativa en días de ventilación, favoreciendo a VLV ($p = 0.002$); en las variables hipoxemia e hipocarbía, que son directamente afectadas por el modo ventilatorio, se encontró menor grado de afectación en VLV pero sin diferencia estadística. Se encontró en el grupo de pacientes con VLV menor acidosis respiratoria ($p = 0.05$) y menor requerimiento de fracción inspirada de oxígeno (FIO_2) ($p = 0.04$). **Conclusión:** Al igual que la literatura, nuestros resultados comprueban beneficios como disminución de días de ventilación, disminución de acidosis y necesidades menores de FIO_2 con el uso de VLV.

Palabras clave: Ventilación mecánica. Ventilación limitada por volumen. Ventilación limitada por presión. Recién nacidos pretérmino.

Clinical and gasometric evolution in preterm newborns with volume ventilation

Abstract

Background: Mechanical ventilation continues to be an essential tool in the care of premature newborns, there is evidence that volume-limited ventilation (VLV) has advantages over pressure-limited ventilation (VLP). **Objective:** To determine the clinical and gasometric evolution in newborns / preterm VLV compared to VLP. **Material and methods:** It was an observational and analytical research in a neonatal intensive care unit, where 80 newborns were included ≤ 32 weeks of gestation and ≤ 1000 grams at birth divided into two groups. **Results:** Statistically significant difference was observed in ventilation days, favouring VLV ($p=0.002$); in hypoxemia and hypocarbia variables, which are directly affected by ventilatory mode, lower degree of affection was found in VLV but without statistical difference. It was found in the group of patients with VLV lower respiratory acidosis ($p=0.05$), and lower FIO_2 requirements ($p=0.04$). **Conclusion:** Like literature, our results prove benefits such as decreased ventilation days, decreased acidosis and lower needs of FIO_2 with the use of VLV.

Keywords: Mechanical ventilation. Volume-limited ventilation. Pressure-limited ventilation. Preterm newborns.

Correspondencia:

*Dillan D. Izaguirre-Alcántara
E-mail: dillan161@hotmail.com

Fecha de recepción: 13-01-2022
Fecha de aceptación: 06-03-2022
DOI: 10.24875/PER.22000003

Disponible en internet: 06-05-2022
Perinatol Reprod Hum. 2021;35(2):51-56
www.perinatologia.mx

0187-5337/© 2022. Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La ventilación mecánica continúa siendo una herramienta esencial en el cuidado del recién nacido pretérmino (RNPT) críticamente enfermo, a pesar de las mejoras en el cuidado perinatal que incluye el mayor uso de esteroides prenatales y soporte respiratorio no invasivo. En EE.UU. en el año 2012 se reportó que el 82% de los RNPT menores de 29 semanas de gestación (SDG) reciben ventilación mecánica convencional durante su estancia en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN)¹.

Las principales indicaciones para ventilación mecánica en los RNPT son síndrome de dificultad respiratoria (SDR) y datos de dificultad respiratoria. Los estudios han mostrado que alrededor del 40% de los sobrevivientes de 28 SDG o menos desarrollan displasia broncopulmonar (DBP) con dependencia de oxígeno a las 36 SDG corregidas^{1,2}. La DBP resulta en incremento en la duración del soporte respiratorio, estancia hospitalaria, necesidad de oxígeno domiciliario, alteración en el neurodesarrollo, incremento en readmisiones hospitalarias y mortalidad³⁻⁸.

La ventilación mecánica se utiliza debido a una falla en la respiración adecuada llevando a retención de dióxido de carbono (CO₂). La eliminación de CO₂ está determinada por el volumen tidal (VT) y la frecuencia respiratoria o la del ventilador. La ventilación limitada por volumen (VLV) permite aportar un VT constante. Tradicionalmente en neonatología se han tratado recién nacidos con condiciones respiratorias severas empleando ventilación limitada por presión (VLP) ciclada por tiempo y de flujo continuo, donde el volumen no es constante y varía cuando el paciente respira, llora, tiene apnea o cuando cambia la distensibilidad o resistencia pulmonar. La mayor desventaja de la VLP es que una vez que hay mejora en la distensibilidad pulmonar del paciente hay una hiperventilación inadvertida y daño pulmonar secundario al excesivo volumen pulmonar administrado⁹.

En el pasado se creía que el principal daño pulmonar asociado a la ventilación mecánica era por altas presiones (barotrauma); sin embargo, varios estudios han indicado que el colapso (atelectotrauma) y sobre-distensión pulmonar (volutrauma) son las mayores causas de daño pulmonar en los RNPT^{10,11}, los cuales son disminuidos con la VLV. La ventilación por volumen, al mantener estable el volumen minuto evita los cambios rápidos en la presión parcial de CO₂ en la sangre arterial (PaCO₂) y esto a su vez estabiliza la perfusión sanguínea cerebral reduciendo el daño cerebral¹²⁻¹⁴.

Una revisión reciente de Cochrane comparó VLV contra VLP en RNPT, reportando beneficios en el grupo de VLV con una disminución en la presentación de DBP, neumotórax, días de ventilación mecánica, hipocarbia, hemorragia intraventricular grado 3 o 4, y leucomalacia periventricular con o sin hemorragia intraventricular asociada. Al momento no hay diferencia reportada con alguna de ambas estrategias ventilatorias en la presentación de: conducto arterioso permeable, retinopatía del prematuro, enterocolitis, sepsis neonatal, acidosis respiratoria, hemorragia pulmonar, días de estancia hospitalaria, concentración de fracción inspirada de oxígeno (FIO₂) y muerte¹⁵⁻²².

La frecuencia de uso de ventilación por volumen en las unidades neonatales varía entre los países, desde un 5 hasta un 63% en unidades de Europa, Australia y Nueva Zelanda²³⁻²⁵. El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento clínico y gasométrico en los RNPT de $\leq 1,000$ g al nacimiento con la estrategia de ventilación por volumen vs. ventilación por presión.

Material y métodos

Se trata de una investigación observacional y analítica realizada en una UCIN donde se incluyeron recién nacidos ≤ 32 SDG con un peso $\leq 1,000$ g al nacimiento que se encontraron en VLV y VLP y por lo menos en el 80% de su ventilación mecánica desde enero de 2017 a diciembre de 2018. Se incluyeron 80 pacientes y se dividieron en dos grupos: 40 con VLV y 40 con VLP. Se excluyeron los recién nacidos en ventilación no invasiva, sin apoyo ventilatorio y en ventilación de alta frecuencia. Se eliminaron todos los que fueron trasladados a otra institución.

Para la comparación de las variables se utilizó χ^2 para las cualitativas dicotómicas y t de Student para las cuantitativas, además de medidas de tendencia central, utilizando el programa SPSS versión 25.

Resultados

En la [tabla 1](#) se puede observar que no existieron diferencias en edad gestacional, peso y sexo, por lo que ambos grupos son demográficamente comparables.

En cuanto a las variables de desenlace, se observó diferencia estadísticamente significativa en días de ventilación, favoreciendo a la ventilación por volumen ($p = 0.002$), ya que requirieron menor número de días

de ventilación, 24.9 ± 19.2 días; en comparación con los pacientes en ventilación por presión, que requirieron $40.5 (\pm 23.5)$ días. En cuanto a las variables hipoxemia e hipocarbica, que son directamente afectadas por el modo ventilatorio, se muestra menor grado de afectación de ambas en los pacientes de ventilación por volumen, sin embargo sin diferencia estadística. Se encontró en el grupo de pacientes con ventilación por volumen menor acidosis respiratoria ($p = 0.05$), y menores requerimientos de FIO_2 ($p = 0.04$) (Tabla 2).

En relación con las patologías pulmonares, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, aunque se observó ligera diferencia en la necesidad de requerimiento de oxígeno para los pacientes en ventilación por presión. En relación con la displasia broncopulmonar, llama la atención una mayor frecuencia de displasia severa para los ventilados por presión (Tabla 3).

De las patologías no relacionadas directamente con la función pulmonar, al comparar los dos grupos de estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, aunque destacan algunas patologías como la retinopatía del prematuro, siendo el porcentaje elevado para los dos grupos, con el 70%, así mismo la enterocolitis se presentó en el 35% y el conducto arterioso permeable en el 82%; en el 95% de los pacientes se diagnosticó sepsis, para ambos grupos fue del 48%. La mortalidad fue del 12.5%, pero al comparar los grupos no se observó diferencia significativa, tres fallecieron en el grupo de ventilación por volumen por choque séptico y siete en el grupo de ventilación por presión, de los cuales tres por hemorragia pulmonar, tres por enterocolitis y uno por choque séptico. Los días de estancia hospitalaria no mostraron diferencias (Tabla 4).

Discusión

Ajustes en la ventilación controlada por volumen han hecho posible su uso en prematuros muy pequeños, que hasta entonces no podían ventilarse efectivamente de esta manera. En los últimos años se han desarrollado una serie de modificaciones en la ventilación limitada por presión, para combinar las ventajas de este modo ventilatorio con los beneficios de controlar el volumen corriente entregado. Cada una de estas modalidades disponibles tienen ventajas y desventajas. En cuanto a las variables de desenlace, evidenciamos diferencia estadísticamente significativa en días de ventilación, favoreciendo a la ventilación por

Tabla 1. Variables demográficas

Variable	Ventilación por volumen (n = 40)	Ventilación por presión (n = 40)	p	Prueba estadística
Edad gestacional (SDG \pm DE)	27.6 (\pm 1.19)	27.7 (\pm 1.47)	0.90	t
Peso (g \pm DE)	786.6 (\pm 126)	820.5 (\pm 106)	0.20	t
Sexo				
Masculino	26	20	0.17	χ^2
Femenino	14	20		

SDG: semanas de gestación; DE: desviación estándar.

Tabla 2. Variables de desenlace

Variable	Ventilación por volumen (n = 40)	Ventilación por presión (n = 40)	p	Prueba estadística
Días de ventilación (días \pm DE)	24.9 (\pm 19.2)	40.5 (\pm 23.5)	0.002	t
Hipocarbica (mmHg \pm DE)	37.4 (\pm 8.4)	36.2 (\pm 7.5)	0.52	t
Hipoxemia (mmHg \pm DE)	31.1 (\pm 7.3)	29.2 (\pm 6.5)	0.22	t
Acidosis respiratoria (pH \pm DE)	7.25 (\pm 0.08)	7.20 (\pm 0.13)	0.05	t
FIO_2 (% \pm DE)	38.8 (\pm 12.4)	49.3 (\pm 18.8)	0.04	t

DE: desviación estándar; FIO_2 : fracción inspirada de oxígeno.

volumen ($p = 0.002$), ya que requirieron menor número de días de ventilación, lo que ha sido referido ampliamente en otras publicaciones¹⁵⁻²⁴; sin embargo, a diferencia de lo reportado en la literatura, no encontramos diferencias estadísticas en las variables de: incidencia de displasia broncopulmonar, hipocarbica, hipoxemia, neumotórax, hemorragia intraventricular grado 3 o 4, leucomalacia periventricular y retinopatía del prematuro²²; una posible explicación en relación con la displasia puede deberse a que existen más factores involucrados, como que el desarrollo de enfermedad pulmonar crónica en el niño extremadamente prematuro es multifactorial. El grado de prematuridad y las consecuencias de la inflamación intrauterina tienen efectos muy importantes, minimizando

Tabla 3. Patologías pulmonares

Variable	Ventilación por volumen (n = 40)	Ventilación por presión (n = 40)	p	Prueba estadística
Síndrome de dificultad respiratoria por radiografía (n)				χ^2
Grado 1	6	5	0.83	
Grado 2	22	20		
Grado 3	5	8		
Grado 4	7	7		
Requerimiento de FIO ₂ máximo en la 1.ª hora de vida (% ± DE)	83.7 (± 22.4)	91.7 (± 16.9)	0.07	t
Hemorragia pulmonar (n)				χ^2
Sí	4	2	0.39	
No	36	38		
Neumotórax (n)				χ^2
Sí	4	8	0.21	
No	36	32		
Displasia broncopulmonar (n)				χ^2
Sí	36	37	0.69	
No	4	3		
Displasia broncopulmonar (n)				χ^2
Leve	4	1	0.20	
Moderada	7	3		
Severa	25	33		
Sin displasia	4	3		

DE: desviación estándar; FIO₂: fracción inspirada de oxígeno.**Tabla 4.** Otras patologías no pulmonares

Variable	Ventilación por volumen (n = 40)	Ventilación por presión (n = 40)	p	Prueba estadística
Hemorragia intraventricular (n)				χ^2
Grado I	15	8	0.35	
Grado II	4	4		
Grado III	1	4		
Grado IV	4	4		
No tuvo	16	20		
Leucomalacia periventricular (n)				χ^2
Sí	4	4	1.0	
No	36	36		
Retinopatía del prematuro (n)				χ^2
Sí	28	27	0.80	
No	12	13		
Enterocolitis necrosante (n)				χ^2
Sí	13	14	0.81	
No	27	26		
Conducto arterioso permeable (n)				χ^2
Sí	31	34	0.39	
No	9	6		
Sepsis neonatal (n)				χ^2
Sí	38	38	1.0	
No	2	2		
Mortalidad	3	7	0.09	χ^2
Días de estancia hospitalaria (días ± DE)	79.7 (± 31.1)	79.2 (± 35.1)	0.94	t

DE: desviación estándar.

potencialmente el impacto de la estrategia ventilatoria¹⁵. Así mismo, la hemorragia intraventricular, la leucomalacia periventricular y la retinopatía del prematuro son patologías de etiología multifactorial propias de los RNPT; y el modo ventilatorio no influye como factor único en la presentación de estas. En cuanto a las variables hipoxemia e hipocarbica, que son directamente afectadas por el modo ventilatorio, se muestra discreto menor grado de ambas en los pacientes de ventilación por volumen, lo cual parece tener una mejor estabilización inicial de los prematuros, aunque en nuestro estudio no encontramos significancia^{18,22}. A diferencia de lo reportado en la literatura, en un metaanálisis de Klingerber²² donde no se reporta diferencia estadística en presencia de acidosis respiratoria y requerimientos de FIO₂, nosotros encontramos en el grupo de pacientes con ventilación por volumen menor acidosis respiratoria en el límite de la significancia ($p = 0.05$), y menores requerimientos de FIO₂ ($p = 0.04$). Dichas variables son directamente afectadas por el modo ventilatorio y patología respiratoria del paciente, sin embargo la severidad del síndrome de dificultad respiratoria en ambos grupos fue similar sin diferencia estadística²⁶.

Aunque la mortalidad en este estudio no resultó con diferencias significativas entre los grupos, sí existió una tendencia menor para los pacientes tratados con volumen, como demostraron Chen y Peng^{26,27}.

Conclusión

Al igual que la literatura, nuestros resultados comprueban beneficios como disminución de días de ventilación, disminución de acidosis y necesidades mayores de FIO₂ con el uso de ventilación limitada por volumen; sin embargo, debido a la diversidad de factores involucrados en muchas patologías propias del recién nacido no encontramos diferencias en la incidencia de displasia broncopulmonar, hemorragia intraventricular, leucomalacia periventricular y retinopatía del prematuro.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis y publicación de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria. El consentimiento informado de los pacientes no fue requerido por tratarse de un estudio observacional retrospectivo.

Bibliografía

1. Stoll BJ, Hansen NI, Bell EF, Walsh MC, Carlo WA, Shankaran S; Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Trends in care practices, morbidity, and mortality of extremely preterm neonates, 1993-2012. *JAMA*. 2015;314:1039-51.
2. Stensvold HJ, Klingenberg C, Stoen R, Moster D, Braekke K, Guthe HJ. Neonatal morbidity and 1-year survival of extremely preterm infants. *Pediatrics*. 2017;139:e20161821.
3. Bardin C, Zelkowitz P, Papageorgiou A. Outcome of small-for-gestational age and appropriate-for-gestational age infants born before 27 weeks of gestation. *Pediatrics*. 1997;100:E4.
4. Gortner L, Wauer RR, Stock GJ, Reiter HL, Reiss I, Jorch G. Neonatal outcome in small for gestational age infants: do they really do better? *J Perinat Med*. 1999;27:484-9.
5. Hannaford K, Todd DA, Jeffery H, John E, Byth K, Gilbert G. Role of ureaplasma urealyticum in lung disease of prematurity. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 1999;81:F162-7.
6. Warner BB, Stuart LA, Papes RA, Wispe JR. Functional and pathological effects of prolonged hyperoxia in neonatal mice. *Am J Physiol*. 1998;275(1 Pt 1):L110-7.
7. Watterberg KL, Demers LM, Scott SM, Murphy S. Chorioamnionitis and early lung inflammation in infants in whom bronchopulmonary dysplasia develops. *Pediatrics*. 1996;97:210-5.
8. Coalson JJ, Winter VT, Siler-Khodr T, Yoder BA. Neonatal chronic lung disease in extremely immature baboons. *Am J Resp Crit Care Med*. 1999;160:1333-46.
9. Clark RH, Slutsky AS, Gerstmann DR. Lung protective strategies of ventilation in the neonate: what are they? *Pediatrics*. 2000;105(1 Pt 1):112-4.
10. Dreyfuss D, Saumon G. Role of tidal volume, FRC and end-inspiratory volume in the development of pulmonary edema following mechanical ventilation. *Am Rev Resp Dis*. 1993;148:1194-203.
11. Dreyfuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury: lessons from experimental studies. *Am J Resp Crit Care Med*. 1998;157:294-323.
12. Donn SM, Sinha SK. Controversies in patient-triggered ventilation. *Clin Perinatol*. 1998;25:49-61.
13. Perlman JM, McMenamin JB, Volpe JJ. Fluctuating cerebral blood flow velocity in respiratory distress syndrome: relationship to subsequent development of intraventricular hemorrhage. *N Engl J Med*. 1983;309:204-9.
14. Perlman JM, Goodman S, Kreusser KL, Volpe JJ. Reduction in intraventricular hemorrhage by elimination of fluctuating cerebral blood-flow velocity in preterm infants with respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1985;312(21):1353-7.
15. Keszler M. Volume guarantee and ventilator-induced lung injury: Goldilock's rules apply. *Pediatr Pulmonol*. 2006;41:364-6.
16. Dreyfuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;157:294-323.
17. Fitzgerald DA, Mesiano G, Brosseau L. Pulmonary outcome in extremely low birth weight infants. *Pediatrics*. 2000;105:1209-15.
18. Cheema IU, Sinha AK, Kempley ST. Impact of volume guarantee ventilation on arterial carbon dioxide tension in newborn infants: a randomised controlled trial. *Early Hum Dev*. 2007;83:183-9.
19. Duman N, Tuzun F, Sutcuoglu S. Impact of volume guarantee on synchronized ventilation in preterm infants: a randomized controlled trial. *Intensiv Care Med*. 2012;38:1358-64.

20. Keszler M, Abubakar K. Volume guarantee: stability of tidal volume and incidence of hypocarbia. *Pediatr Pulmonol.* 2004;38:240-5.
21. Singh J, Sinha SK, Clarke P. Mechanical ventilation of very low birth weight infants: is volume or pressure a better target variable? *J Pediatr.* 2006;149:308-13.
22. Klingenberg C, Wheeler KI, McCallion N, Morley CJ, Davis PG. Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in neonates. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;10(10):CD003666.
23. Sharma A, Greenough A. Survey of neonatal respiratory support strategies. *Acta Paediatrica.* 2007;96:1115-7.
24. Klingenberg C, Wheeler KI, Owen LS, Kaarensen PI, Davis PG. An international survey on neonatal volume-targeted ventilation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2011;96:F146-8.
25. Van Kaam AH, Rimensberger PC, Borensztajn D, De Jaegere AP. Ventilation practices in the neonatal intensive care unit: a cross-sectional study. *J Pediatr.* 2010;157:767-71.
26. Chen LJ, Chen JY. Volume-targeted versus pressure-limited ventilation for preterm infants. *J Chin Med Assoc.* 2019;82:791-4.
27. Peng W, Zhu H, Shi H, Liu E. Volume-targeted ventilation is more suitable than pressure-limited ventilation for preterm infants: a systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal.* 2014;99:F158-65.