

Ventilación por presión en cirugía torácica.

Nuestra experiencia.

Autores: Dres. Sergio A. Orizondo Pajón *, Mónica Morúa-Delgado Varela **, Miriam Falcón Guerra *, Milagros Pimienta Peguero ****, Isis Nicolau Cruz *******

Hospital Dr. Salvador Allende. Ciudad de la Habana

* Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Profesor Auxiliar.
Hospital Dr. Salvador Allende. Ciudad de la Habana. Email: decanosa@infomed.sld.cu

** Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Profesor Auxiliar.
Hospital Dr. Salvador Allende. Ciudad de la Habana.

*** Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Hospital Dr.
Salvador Allende. Ciudad de la Habana

**** Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Hospital Dr.
Salvador Allende. Ciudad de la Habana

***** Especialista Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Hospital Dr.
Salvador Allende. Ciudad de la Habana

RESUMEN

Introducción: La ventilación controlada por presión es un modo de ventilación ampliamente utilizado en el fallo respiratorio severo, donde ha demostrado que mejora la oxigenación arterial. **Objetivo:** Comparar la ventilación controlada por volumen comúnmente utilizado durante la ventilación unipulmonar con tres estrategias ventilatorias de ventilación controlada por presión. **Método:** Se realizó un estudio comparativo y prospectivo de 100 pacientes tratados por cirugía torácica divididos en cuatro grupos según modo ventilatorio utilizado. Grupo I VCV, con volumen minuto 100 ml/kg. Grupo II VCP con Vot de 10 ml/kg, Grupo III VCP con Vot de 8 ml/kg, y Grupo IV VCP con 5cm de H₂O de PEEP y un Vot de 8 ml/kg. Se comparó PaO₂, SatO₂, Shunt Intrapulmonar, Presión Pico y Meseta a los 30 minutos de la ventilación unipulmonar y los episodios de desaturación arterial. Se utilizó Chi Cuadrado y ANOVA para el análisis estadístico. **Resultados:** La PaO₂ presentó valores similares en los Grupos I y II, 148.28 ± 68.21 y 146.8 ± 67.8 mmHg, respectivamente, disminuyó en el Grupo III a 117.2 ± 51.0 mmHg y aumentó significativamente en el Grupo IV 189.0 ± 49.2 mmHg. La SatO₂ se incrementó y el shunt intrapulmonar disminuyó con significación estadística en el Grupo IV. Las presiones en la vía aérea fueron menores durante la VCP. **Conclusión:** La ventilación controlada por presión “per se” no mejoró las variables de oxigenación durante la ventilación unipulmonar, pero sí, permite alcanzar menores presiones en la vía aérea. La administración de PEEP durante la ventilación controlada por presión evidenció mejoría significativa de la oxigenación.

Palabras claves: ventilación controlada por volumen, ventilación controlada por presión. PEEP.

INTRODUCCIÓN

La ventilación controlada por presión (VCP) es un modo de ventilación ampliamente utilizado en el fallo respiratorio severo, donde ha demostrado que mejora la oxigenación arterial y disminuye las presiones en las vías aéreas.¹⁻⁴

Desde finales de los años 90, comenzaron a aparecer en la literatura publicaciones del uso de la VCP en la ventilación unipulmonar (VUP) para cirugía torácica, donde se ha notificado mejoría en la oxigenación arterial, disminución de la fracción de shunt intrapulmonar y menores presiones en las vías aéreas. La utilización de altos o bajos volúmenes tidálicos durante la VUP para cirugía torácica constituye un tema de debate en la actualidad. Con el objetivo de evitar las altas presiones en las vías aéreas los anestesiólogos podemos ventilar al pulmón dependiente con menores volúmenes tidálicos y mayores frecuencias respiratorias durante la VUP, como ha sido propuesto recientemente por algunos autores.^{1,5} sin embargo se ha demostrado que menores volúmenes corrientes predisponen a la inestabilidad alveolar y al desarrollo de atelectasias y al deterioro de la oxigenación.⁵⁻¹⁰

Con el objetivo de comparar el empleo de la ventilación controlada por volumen y la ventilación controlada por presión esta última como alternativa para mejorar la oxigenación arterial y disminuir las presiones en vía aérea para procedimientos quirúrgicos de cirugía de tórax, se realizó un estudio comparativo para determinar la PaO_2 , $SatO_2$, shunt intrapulmonar, presión pico y meseta a los 30 minutos de la ventilación unipulmonar y los episodios de desaturación arterial.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio experimental, comparativo y prospectivo en el Servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital Docente "Dr. Salvador Allende" en el periodo comprendido entre septiembre del 2005 a septiembre del 2007 con el objetivo de evaluar la ventilación controlada por volumen con tres estrategias de ventilación controlada por presión durante la ventilación unipulmonar en cirugía torácica electiva

Previo consentimiento informado de los pacientes y aprobación del Consejo Científico de nuestra institución se incluyeron 100 pacientes con estado físico ASA II-III seleccionados para cirugía torácica electiva, en decúbito lateral y ventilación unipulmonar. Se consideraron criterios de exclusión, la negativa de los pacientes a participar en el estudio, contraindicaciones para la aplicación de la técnica anestésica, estrategia ventilatoria seleccionada o dificultades con la intubación endobronquial.

Todos los pacientes recibieron medicación preoperatoria inmediata con midazolam $0,04 \text{ mg.kg}^{-1}$ y Ondansetrón 4 mg endovenoso, se canalizó arteria radial del lado contrario y vena central del mismo lado de la intervención para monitorización y toma de muestras para complementarios.

A su llegada al quirófano, se colocó catéter epidural lumbar para analgesia postoperatoria, se monitorizó frecuencia cardiaca, electrocardiograma en derivación Cm5 o Cb5, tensión arterial (sistólica, diastólica y media) por medios no invasivos, saturación arterial de oxígeno (SpO_2), capnografía y temperatura nasofaringea mediante cardiomonitor Life Scope A.

Se aplicó anestesia general balanceada en todos los casos, tiopental 5 mg.kg^{-1} , fentanilo $5-7 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1}$, vecuronio $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ y lidocaína $1,5 \text{ mg.kg}^{-1}$, intubación endobronquial del

lado contrario a la intervención. El mantenimiento se efectuó con vecuronio en infusión $0,06\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ por hora, Fentanilo 100-150 mcg en bolo según parámetros clínicos y halotano en concentración menor de 0,75%. La hidratación se efectuó con soluciones cristaloides según pérdidas calculadas.

La ventilación se efectuó con un SERVO 900 C en volumen control con un volumen minuto de $100\text{ ml}\cdot\text{kg}$, frecuencia respiratoria de 12 por minuto, FiO_2 0.4 con O_2 y aire y relación inspiración espiración 1:1,9. Al pasar a la ventilación de un solo pulmón los pacientes fueron asignados aleatoriamente a uno de los cuatro grupos de tratamiento según parámetros ventilatorios.

Grupo 1. Ventilación controlada por volumen. Volumen Minuto de $100\text{ml}\cdot\text{kg}$, FR 12 por minuto R I: E 1:1,9

Grupo 2. Ventilación controlada por presión. VoT de $10\text{ml}\cdot\text{kg}$, la FR se ajustó para mantener la PetCO_2 entre 35 y 45 mmHg, R I: E 1:1,9

Grupo 3. Ventilación controlada por presión. VoT de $8\text{ml}\cdot\text{kg}$, la FR se ajustó para mantener la PetCO_2 entre 35 y 45 mmHg, R I: E 1:1,9

Grupo 4. Ventilación Controlada por Presión. PEEP 5 cm de H_2O y P_1 hasta alcanzar $8\text{ ml}\cdot\text{kg}$, la FR se ajustó para mantener la PetCO_2 entre 35 y 45 mmHg, R I: E 1:1,9

En todos los casos con FiO_2 de 1.

A los 30 minutos de la ventilación unipulmonar, antes de la ligadura de cualquier vaso pulmonar mayor y en un momento en que fueron detenidas las maniobras quirúrgicas, se tomaron muestras de gasometría arterial y venosa central para la determinación de la presión arterial de oxígeno (PaO_2), saturación arterial de oxígeno (SaO_2) y cálculo del shunt intrapulmonar según la formula del $\text{Qs}/\text{Qt} = \frac{\text{CcO}_2 - \text{CaO}_2}{\text{CcO}_2 - \text{CvO}_2}$.

$$\text{CcO}_2 - \text{CvO}_2.$$

Se registraron igualmente las presiones pico (P_1) y meseta (P_2) en el manómetro del ventilador.

Todo el procesamiento estadístico se realizó en SPS versión 11.5. Para el análisis de las variables cualitativas se utilizaron medidas de resumen en números absolutos y porcentajes, como prueba de hipótesis se realizó el Chi cuadrado, con un nivel de significación de 0.05.

Para la comparación de las variables cuantitativas se realizó el test de ANOVA de 1 vía con un nivel de significación de $p < 0.05$ y a las variables que fueron significativas se le realizó el test de Scheffe con un nivel de significación también de $p < 0,05$; con el objetivo de determinar cual es el grupo que marcó la diferencia. Toda la información se resumió en tablas y gráficos.

RESULTADOS

En las tablas 1, se aprecian las características generales de los pacientes estudiados, observándose que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos, comprobándose la homogeneidad de la muestra seleccionada lo que nos permitió la comparación de los grupos.

Tabla 1 Distribución de los pacientes según peso, talla, edad, y Hemoglobina.

Variable	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		p
	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS	
Edad (años)	53,6	14,12	66,72	9,8	51,76	12,28	58,48	10,39	0,166
Peso (Kg)	66,72	9,89	72,7	13,9	65,56	10,3	64,1	14,1	0,088
Talla (cm)	165,9	8,5	169,4	9,9	165,5	6,95	165,78	8,56	0,358
Hb (g)	12,4	1,29	11,9	1,2	12,4	1,2	12,7	1,4	0,194

Fuente: Casuística

En todos los grupos, predominó con mayor frecuencia el sexo masculino, la clasificación de riesgo quirúrgico ASA II y el sitio de intervención el lado derecho.

En la tabla 2 observamos que la PaO₂ fue muy similar en los grupos 1 y 2 (148,28 ± 68,21 mmHg y 146.8 ± 67,8 mmHg) y discretamente inferior en el grupo 3 (117,28 ± 51.0

mmHg), incrementándose significativamente a $189,0 \pm 49,2$ mmHg en el grupo 4. Las mediciones de la SaO_2 se comportaron de manera similar en los grupos 1, 2 y 3 y se incrementó a $98,6 \pm 2,6$ % en el grupo 4 con diferencias estadísticamente significativas. El cálculo del shunt intrapulmonar también disminuyó en el grupo 4 aunque no reflejó diferencias desde el punto de vista estadístico.

Tabla 2 Distribución de los pacientes según PaO₂, SaO₂, y Shunt.

Variable	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		p
	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS	
PaO ₂	148,28	68,21	146,8	67,8	117,2	51,0	189,0	49,2	0,001
SaO ₂	95,23	4,02	96,8	5,0	96,02	4,81	98,6	2,6	0,000
Shunt	39,8	7,73	37,7	12,4	38,4	11,6	34,8	7,8	0,173

Fuente: Casuística

En la tabla 3, se reflejaron los valores de las presiones pico y meseta en la vía aérea. Se observaron resultados muy similares entre los grupos 1 y 2 (P_1 $29,53 \pm 7,33$ y $28,76 \pm 5,04$ cmH₂O) P_2 ($19,36 \pm 3,84$ y $20,19 \pm 3,25$ cmH₂O)); sin embargo, se observó una disminución en el grupo 3 en ambas presiones P_1 $24,46 \pm 4,58$ y P_2 $15,02 \pm 3,19$ cmH₂O que resultaron estadísticamente significativas cuando se aplicó el test de ANOVA y se corroboró con el test de Schaffe. En el grupo 4 se observó nuevamente un incremento en las presiones pico y meseta en comparación al grupo 3 pero sin alcanzar aun los valores observados en los grupos 1 y 2.

Los episodios de desaturación arterial se comportaron de manera similar en los grupos 1, 2 y 3, tres casos en los grupos 1 y 3 y dos casos en el grupo 2. En el grupo 4 no existió ningún episodio de desaturación arterial.

Tabla 3 Distribución de los pacientes según Presión Pico (P₁) y Presión Meseta (P₂)

Variable	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		p
	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS	
P ₁	29,53	7,33	28,76	5,04	24,46	4,58	25,3	5,93	0,012
P ₂	16,36	3,84	20,19	3,25	15,05	3,19	18,74	4,27	0,000

Fuente: Casuística

DISCUSIÓN

En cirugía torácica durante la VUP, Tugrul, Camci y Karadeniz ⁶ publicaron mejoría en la oxigenación arterial y disminución significativa del shunt intrapulmonar durante la VCP cuando se comparó con la VCV, y atribuyó estos resultados al efecto del flujo desacelerante utilizado durante la ventilación por presión, que produce una distribución más homogénea de los gases inspirados dentro del pulmón, lo que ayudaría al reclutamiento alveolar y contribuiría de esta manera a la disminución del shunt intrapulmonar y a la mejoría de la oxigenación arterial. ^{4,9} Similares resultados fueron informados por Romero, Robin, Laffont y Pujol-Duchalais ¹⁰ en un artículo más reciente.

En este estudio, la utilización de la VCP no evidenció mejoría en la oxigenación arterial ni disminución de la fracción de shunt intrapulmonar obteniéndose valores muy similares de PaO₂, SatO₂, y Qs/ Qt cuando comparamos VoT de 10 ml.kg⁻¹ con la VCV a 100 ml.kg de volumen minuto. Cuando disminuimos el VoT a 8ml.kg⁻¹ durante la VCP la PaO₂ disminuyó en comparación con los dos grupos anteriores aunque a niveles aceptables desde el punto de vista clínico y sin significación estadística.

Los principales efectos beneficiosos reportados por la VCP se establecen en pacientes con enfermedades pulmonares. ⁹⁻¹⁵ Tugrul, Camci y Karadeniz ⁶ sugirieron que los pacientes más beneficiados podrían ser los que en el pulmón dependiente presentaran enfermedades respiratorias de determinada severidad, particularmente aquellos con enfermedades pulmonares restrictivas. Ninguno de los pacientes incorporados a éste estudio presentaron enfermedades respiratorias severas en el pulmón dependiente y en esto pudieran radicar las diferencias encontradas en los resultados.

Aunque no podemos considerar que VoT de 8 ml.kg^{-1} utilizados fueran realmente bajos, si se consideró que la disminución del volumen corriente puede favorecer la inestabilidad alveolar y la tendencia a la aparición de atelectasias y trastornos de la relación V/Q como como se ha publicado ampliamente ^{2, 6, 7, 16,17} que explicaría los menores valores de PaO_2 encontrados en el grupo 3, aunque no logramos corroborarlo con un aumento del shunt intrapulmonar.

El uso de 5 cm de H_2O de PEEP evidencio una elevación clínica y estadísticamente significativa de la PaO_2 y SaO_2 , así como una disminución de shunt intrapulmonar y no se observaron episodios de desaturación arterial.

Los estudios iniciales sobre la aplicación de PEEP durante la VUP sugirieron que esta deterioraba la oxigenación arterial ¹⁸; sin embargo, Schwarzkopf, Klein, Schreiber ¹¹ atribuyeron a la estrategia ventilatoria utilizada en su estudio (P_1 30 cm H_2O y 5 de PEEP durante VCP) la no aparición de episodios de desaturación lo que le permitió la VUP con FiO_2 menores de 1.

Es actualmente aceptado que el efecto de la PEEP aplicada durante la ventilación de un solo pulmón depende del estado pulmonar de cada individuo. La mayoría de los pacientes con EPOC desarrollan auto PEEP durante la VUP y por tanto el uso de PEEP extrínseca daría lugar a hiperinflación e incremento del shunt ¹⁹; sin embargo, los pacientes con parénquima pulmonar normal o con enfermedades pulmonares restrictivas, que tienden a una disminución de la Capacidad Residual Funcional al final de la espiración durante la VUP pueden beneficiarse del uso de la PEEP ²⁰ como se corrobora en ésta investigación.

Altas presiones en las vías aéreas son frecuentemente observadas cuando se inicia la ventilación unipulmonar, como resultado de la hiperinsuflación pulmonar y dan lugar a

compresión de vasos intra-alveolares que incrementarían la resistencia vascular pulmonar y derivarían el flujo sanguíneo al pulmón no ventilado, que afecta la vasoconstricción pulmonar hipóxica (VPH), incrementando el shunt intrapulmonar y empeorando la oxigenación arterial.¹⁻³ Las altas presiones ventilatorias intraoperatorias han sido consideradas como uno de los cuatro factores predictores primarios independientes de lesión pulmonar aguda después de cirugía torácica por cáncer⁴, además de la posibilidad siempre latente de ocasionar un barotrauma en el pulmón único que se ventila.²⁰

Se considera que las presiones pico y meseta se comportaron de manera muy similar cuando comparamos la VCV con la VCP a 10ml.kg^{-1} ; sin embargo, nótese que los volúmenes minutos de 100 ml.kg con frecuencias respiratorias de 12 por minuto utilizadas en nuestro protocolo durante la VCV, corresponden a un VoT de aproximadamente $8,3\text{ml.kg}$, es decir, menores presiones en las vías aéreas son obtenidos durante la VUP cuando utilizamos VCP, esto se corroboró fehacientemente cuando disminuimos el VoT a 8 ml.kg durante la VCP y se obtuvieron disminuciones estadísticamente significativas de las presiones en vías aéreas en comparación con los otros grupos incluyendo la VCV a volúmenes similares. Múltiples estudios corroboran esta afirmación^{6, 9, 10}, y plantearon que el uso de la VCP garantiza menores presiones en vías aéreas y permiten la utilización de mayores VoT durante la VUP. Este efecto, atribuido también al flujo desacelerante de la VCP permitiría intentar optimizar la relación V/Q al incrementar el volumen en el pulmón dependiente o utilizando maniobras de reclutamiento alveolar como los $5\text{ cm H}_2\text{O}$ de PEEP utilizados en ésta investigación o sin incremento importante de las presiones en vías aéreas.

Varios factores juegan un papel importante en los episodios de desaturación que ocurren en la VUP en cirugía torácica, reducción del volumen en el pulmón dependiente causado por la inducción de la anestesia, la compresión por estructuras mediastinales y abdominales, posiciones subóptimas en la mesa de operaciones, trastornos en la relación V/Q, dificultad con la eliminación de secreciones, atelectasias por absorción secundarias a la utilización de FiO_2 elevadas, competencia de la VPH.^{1, 3, 6} Publicaciones de los resultados obtenidos anteriormente en nuestro centro^{14, 15}, reflejaron episodios de desaturación arterial, definidos por $\text{SaO}_2 < 90 \%$, que sobrepasaron 10 % de los casos durante VUP. Los resultados se comportaron de manera similar para los grupos 1, 2 y 3, donde no se utilizaron maniobras de reclutamiento alveolar, independientemente de la modalidad ventilatoria o el VoT utilizado. La VCP “per sé” no parece ofrecer ventajas durante la VUP desde este punto de vista. La administración de 5 cm H_2O de PEEP durante la VCP a 8ml.kg de VoT logró evitar los episodios de desaturación arterial en nuestro estudio.

En conclusión ambos métodos de ventilación fueron satisfactorios durante la ventilación de un solo pulmón en cirugía torácica. La VCP permite obtener menores presiones en vías aéreas lo que posibilita la utilización de mayores volúmenes ventilatorios o PEEP para minimizar los trastornos de V/Q, la utilización de 5 cm H_2O de PEEP durante la VCP a 8ml.kg de VoT mejora la oxigenación arterial, sin incrementos marcados en las presiones de vías aéreas y parece ser efectiva en minimizar los episodios de desaturación arterial durante la VUP en pacientes con pulmones normales o enfermedades restrictivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Jiménez Ma J. Anestesia para cirugía torácica y resección pulmonar. En línea. Consultado 28/diciembre/2008. URL disponible en: www.acmb.es-societats-dolor-arxiu-torax 02pdt.
- 2- Brodsky J B, Fitzmaurice B. Modern techniques for thoracic operations. *World Journal Surgery* 2001; 25:162-166.
- 3- Benumof JL, Conventional and differential lung management In: Benumof JL, ed *Anaesthesia for Thoracic Surgery Philadelphia*. Philadelphia. WB Saunders 1995. pp 406-432.
- 4- Licker M, De Perrot M, Spiliopoulos A, et al. Risk factors for acute lung injury after thoracic surgery for lung cancer. *Anesth Analg* 2003; 97:1558-65.
- 5- Klafta JM. One Lung Anaesthesia: Making it Work .54th Annual Refresher course lectures. *Clinical update and Basic Science Reviews*. 2003. pp
- 6- Tugrul M, Camci E, Karadeniz H. Comparison of volume controlled with pressure controlled ventilation during one lung anaesthesia. *Br J Anaesth* 1997;79 :306-310.
- 7- Gal TJ. Low tidal volumes are indicated during one lung ventilation. *Anesth Analg* 2006; 103 (2): 271- 273.
- 8- Slinger P. Low tidal volumes is indicated during one lung ventilation. *Anesth & Analg* 2006; 103 (2): 268 – 270.
- 9- Rappaport SH, Shpiner R, Yoshibara G. Randomized prospective study of pressure-limited versus volume controlled ventilation in severe respiratory failure. *Crit Care Med* 1994; 22: 22-23.

- 10-Romero G, Robin P, Laffont M, Pujol-Duchalais A. Ventilation unipulmonaire : effets sur l'oxygénation et sur les pressions d'insufflation de la ventilation à pression contrôlée. *An Fr Anesth Rean* 2004; 23 (3): 304.
- 11-Schwarzkopf K, Klein V, Schreiber T. Oxygenation during one-lung Ventilation: The effects of Inhaled Nitric Oxide and increasing levels of inspired fraction of oxygen. *Anesth & Analg* 2001; 92: 842-847
- 12-Tarhan S, Lundborg R. O. Carlens endobronchial catheter versus regular endotracheal tube during thoracic surgery: a comparison of blood gas tensions and pulmonary shunting. *Can Anesth Soc J* 1970; 14:4-11.
- 13-Brodsky J B, Lemmes H. J. Left double lumen tubes: clinical experience with 1170 patients. *J Cardiothoracic Vasc Anesth* 2003; 17: 289-98.
- 14-Orizondo SA, Nicolau I, Morua-Delgado M. Anestesia general vs Anestesia combinada (epidural-general) en cirugía torácica electiva. En línea. Consultado 9/diciembre/2008. URL disponible en: www.ilustrados.com 2007.
- 15-Slinger P, Swissa S, Triolet W. Predicting arterial oxygenation during one lung anaesthesia. *Can J Anaesth* 1992; 39: 1030-35.
- 16-Richard J C, Maggiore S M, Jonson B, et al. Influence of tidal volume on lung recruitment: respective role of PEEP and recruitment maneuver. *An J Resp Crit Care Med* 2001; 163: 1609 -13
- 17-Duggan M, Kavarogh B P. Pulmonary atelectasis: a pathogenetic perioperative entity. *Anesthesiology* 2005; 102: 838 – 54.
- 18-Kapan L M, Turndor H, Patel C. Optimization of arterial oxygenation during one lung anesthesia. *Anesth & Analg* 1980; 59: 847-51.

19-Slinger P, Hickey D R. Relation of the static compliance curve and positive end – expiratory pressure to oxygenation during one lung. *Anesthesiology* 2001; 95: 1096-102.

20- Fujiwara M, Abe K, Mashino T. The effect of positive end expiratory pressure and continuous positive airway pressure on the oxygenation and shunt fraction during one lung ventilation with Propofol anesthesia. *J Clin Anesth* 2001; 13:473-7.

Recibido: 12 de enero del 2009

Reenviado: 22 de febrero del 2009

Aprobado: 12 de marzo del 2009