

ARTÍCULOS ORIGINALES

Hospital Pediátrico Docente "William Soler".
Unidad de Terapia Intensiva Polivalente Pediátrica, Ciudad de La Habana

VENTILACIÓN MANOMÉTRICA CONTROLADA, CON RELACIÓN INSPIRACIÓN/ESPIRACIÓN INVERSA: UNA OPCIÓN DE TRATAMIENTO EN CATÁSTROFES PULMONARES

Dr. Enrique Guzmán Rubín¹ y Dr. Enrique Guzmán Rodríguez²

RESUMEN

Se realizó un estudio prospectivo y longitudinal con el fin de conocer los beneficios de la ventilación manométrica controlada, con inversión de la relación inspiración/espiron. Se estudiaron 42 pacientes con una edad media de 1 ½ años, que durante un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, desarrollaron *distress* respiratorio agudo, y fueron ventilados volumétricamente, y en una segunda fase se les asoció la inversión de la relación inspiración/espiron, para finalmente pasarlos a una ventilación manométrica con inversión de la relación inspiración/espiron. Los resultados óptimos de distintos parámetros ventilatorios, gasométricos y hemodinámicos al compararlos estadísticamente, correspondieron al último tipo de ventilación empleada.

Descriptores DeCS: RESPIRACION ARTIFICIAL/métodos; MANOMETRIA/métodos; UNIDADES DE CUIDADO INTENSIVO PEDIATRICO; SINDROME DE DIFICULTAD RESPIRATORIA.

En una ventilación volumétrica controlada (VVC), en pacientes con altas resistencias y/o compliance disminuida,¹⁻⁴ el administrar volúmenes tidales (VT) fisiológicos y presiones de distensión continua (PEEP), produce altas presiones pico (PP), con gran peligro de barotrauma y disminución del gasto cardíaco (Q_c).¹ (fig. 1). La

PEEP, aumenta el nivel basal de presión, y aumenta el volumen residual pulmonar (VRP), e incrementa el espacio muerto, altera la relación ventilación/perfusión (V/P), y disminuye el Q_c .^{5,6}

Para mejorar la oxigenación sin aumentar la FiO_2 , y resolver los conflictos de presión, se planteó la inversión de la rela-

¹ Especialista de I Grado en Pediatría. Intensivista Pediátrico.

² Especialista de II Grado en Pediatría. Intensivista Pediátrico. Profesor Consultante de UTIP. Profesor Auxiliar de Pediatría del ISCM-H.

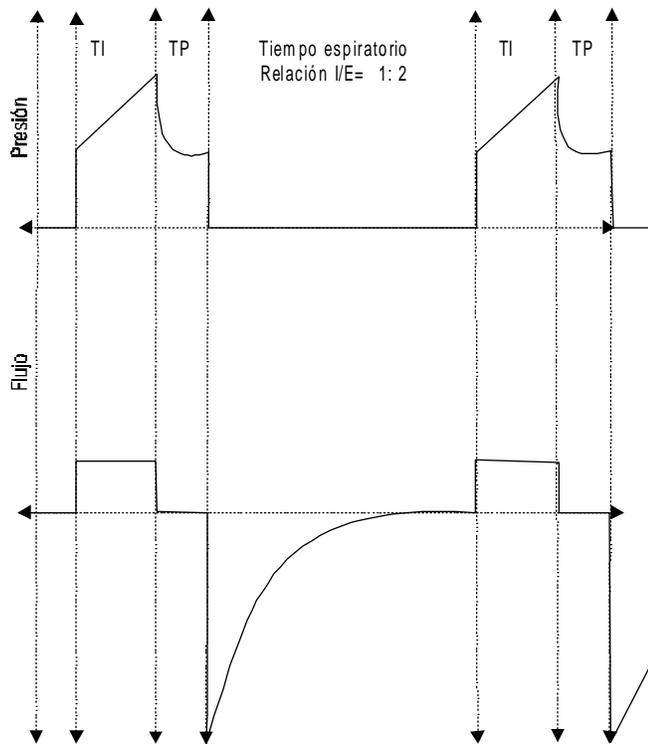


FIG. 1. Curvas flujo-presión en ventilación volumétrica controlada. (TI) tiempo inspiratorio, (TP) de pausa inspiratoria.

ción inspiración espiración (I:E),⁷ en VVC, pero con afectación del Q_t , a más de inadaptación al ventilador.⁷

Revisando los tipos de flujo de las modalidades de ventilación, surge la hipótesis: utilizar la ventilación manométrica controlada (VMC), de flujo decreciente con I:I/E,² y prolongar el tiempo inspiratorio (Ti), sin pausa inspiratoria (Pi) (fig. 2), que lograría:

1. Administrar mayores volúmenes tidales, con menor presión, y utilizar alvéolos de mayor constante de tiempo.
2. Distender alvéolos, y aumentar la superficie de intercambio.
3. Utilizar tiempos espiratorios cortos, aumentar el VRP (autoPEEP),² al igual que con la PEEP, pero sin sus efectos negativos (autoPEEP = PEEP efectiva - PEEP indicada), que permite un ma-

yor volumen de recambio en cada inspiración, con menores PP.

MÉTODOS

Muestra: Se realizó un estudio prospectivo y longitudinal, en pacientes ingresados en 2 unidades de cuidados intensivos pediátricas (Hospital Pediátrico Docente «William Soler» de Ciudad de La Habana y Hospital «Hermanos Cordové» de Granma). Se estudiaron 42 pacientes con sepsis severa, según los criterios de *Bone* modificados para pediatría,^{8,9} que presentaron un síndrome de *distress* respiratorio agudo.¹⁰

Método: A los pacientes, luego de calcularles el índice PaO_2/FiO_2 y el cortocircuito intrapulmonar, se ventilaron, con ventilador Servo 900-C,¹¹ en

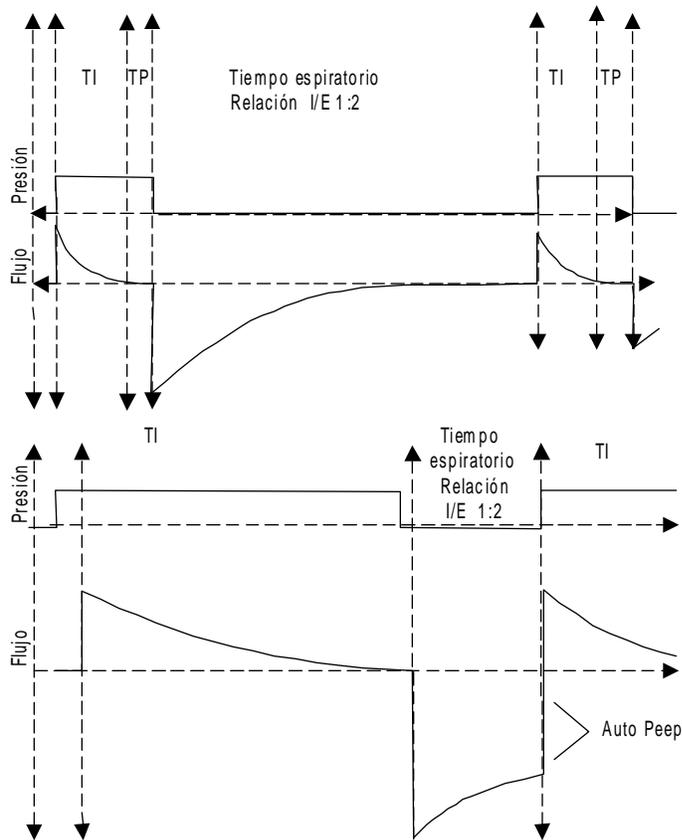


FIG. 2. Curvas flujo-presión en ventilación manométrica controlada. Nótese en I/E 2:1, prolongación de TI y aparición de auto PEEP.

la modalidad de VVC, con un V_T de 7 mL/kg, I/E=1:2, $T_i=25\%$, $T_p=10\%$, tiempo espiratorio (T_e) = 65 %, PEEP=8 cm H_2O , frecuencia = la mantenida por el paciente y un $FiO_2 = 0,21$, que se incrementó, acorde con las gasometrías arteriales y teniendo en cuenta PaO_2 y HbO_2 .

Se hicieron gasometrías y se midieron los parámetros de frecuencia cardíaca (FC), presión venosa central (PVC), y se aplicó el *Score* clínico para Q_p , antes del inicio de la ventilación, y durante ésta, sin modificaciones, a no ser el FiO_2 , y 15 minutos después de haber modificado la ventilación. Así también los parámetros correspondientes a la mecánica pulmonar [PP, presión media (PM), V_t , PEEP, autoPEEP], durante el tiempo de ventilación de cada modificación.

Se mantuvieron los parámetros de ventilación, hasta que se cumpliera con uno de los criterios siguientes:

$PP \geq 45$ cm H_2O ; $FiO_2 \geq 0,5$; inadaptación del paciente, empeoramiento clínico y/o radiológico y/o gasométrico.

Para pasar entonces a los parámetros de VVC, con V_T de 10 mL/kg, I/E=2,3:1, $T_i=50\%$, $T_p=20\%$, $T_e=30\%$, PEEP=10 cm H_2O , frecuencia= la de la fase anterior, y $FiO_2=0,4$, y se mantuvo con ésta, hasta que se cumpliera uno de los criterios ya planteados; se sustituyó por una VMC, con los parámetros de: $P_i=30$ cm H_2O , I/E=2:1, $T_i=67\%$, $T_p=0\%$, $T_e=33\%$, PEEP=10 cm H_2O , frecuencia= la de la fase anterior, y $FiO_2=0,4$.

Análisis de los datos: el análisis estadístico se realizó con la utilización del SPSS

para Window, con la media y la varianza por el *test* de One Wayanova, y el *test* de Scheffe, para comparar las diferencias de 2 medias

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran las variaciones de la mecánica pulmonar, entre las 2 formas de VVC y la VMC: la PP y la presión media (Pm) disminuyeron, se incrementó el Vt, y se logró un autoPEEP, comparable con la mayor PEEP utilizada, y fueron todas estas modificaciones, estadísticamente significativas, con una $p \geq 0,05$. Se presentaron 9 barotraumas en los ventilados con VVC con I:I/E y PEEP, los cuales mejoraron al ser pasados a VMC con I:I/E.

TABLA 1. *Mecánica pulmonar*

Parámetros	Ventilación		
	WC I/E 1:2	WC I/E 2:1	VMC I/E 2:1
Presión pico	56,5	60,7	30,0*
Presión media	29,3	33,5	19,59*
Volumen tidal	7,0	10,0	23,64*
PEEP	8	10	0,0
AutoPEEP	0,0	2,2	9,90*
Barotrauma	0	9	0

V VC: Ventilación volumétrica controlada.

VMC: Ventilación manométrica controlada.

I/E: Relación inspiración espiración.

* $p \geq 0,05$ (Significativo).

La tabla 2 presenta los resultados gasométricos, en la VMC con I:I/E; aumentan la PaO₂ y la HbO₂ utilizando menor FiO₂, y disminuye la PaCO₂, y el cortocircuito, mejorando la relación PO₂/FiO₂, y todo esto, fue estadísticamente significativo, al compararlo con las modalidades volumétricas utilizadas, para una $p \geq 0,05$.

En relación con la hemodinamia, en la tabla 3 se aprecia, que los mejores resultados se obtienen con la modalidad manométrica controlada con I:I/E, donde se logra la menor PVC, con la menor frecuencia cardíaca y sin disminución del gasto, y fueron estos resultados estadísticamente significativos en comparación con las modalidades volumétricas, para una $p \leq 0,05$.

TABLA 2. *Gasometría arterial*

Gases	Ventilación		
	WC I/E 1:2	WC I/E 2:1	VMC I/E 2:1
Pa O ₂	269,35	76,7	110,14*
PaCO ₂	40,16	36,6	21,09*
HbO ₂	92,35	92,2	95,76*
PaO ₂ /FiO ₂	100,09	130,5	234,78*
Shunt	30,04	27,3	16,95*
FiO ₂	0,68	0,5	0,31*

VVC: Ventilación volumétrica controlada.

VMC: Ventilación manométrica controlada.

I/E: Relación inspiración/espiración.

* $p \leq 0,05$ (Significativo).

TABLA 3. *Hemodinamia $p \leq$*

Parámetros	Ventilación		
	WC I/E 1:2	WC I/E 2:1	VMC I/E 2:1
PVC	9,9	17,6	5,4*
FC	187	190	109*
Bajo gasto	0	17	0

VVC: Ventilación volumétrica controlada.

VMC: Ventilación volumétrica controlada.

I/E: Relación inspiración espiración.

* $p \leq 0,05$ (Significativo).

PVC: Presión venosa central.

FC: Frecuencia cardíaca.

DISCUSIÓN

La magnificencia de la VMC con I:I/E,⁷ puede llegar a ser en un futuro no predecible, tan incierto, por el desarrollo tecnológico, como lo es hoy, lo que desde hace varias décadas fue la gran verdad para

muchos procesos pulmonares, la ventilación volumétrica (VV) y en un pasado más cercano, con las técnicas de I:I/E y la PEEP.⁷

Consideramos que la VMC con I:I/E en los momentos actuales, es la ideal si se tienen en cuenta los resultados obtenidos, en comparación con las de otras modalidades de ventilación. La mejoría en la mecánica pulmonar, es a causa de:

1. La utilización de flujos decrecientes, con largos Ti.¹²
2. El aprovechamiento de los alvéolos con constante de tiempo mayores.⁷
3. Decolapsar alvéolos no ventilados.²

En este trabajo no se comparó la utilización de la PEEP, puesto que se utilizó la autoPEEP, y se minimizaron los efectos negativos de la PEEP. La autoPEEP aumentó significativamente, dado que se utilizaron cortos tiempos espiratorios en pulmones hiperinsuflados.

La principal complicación de la PP (volutrauma),¹³ no cabe en la VMC con I:I/E, si tenemos en cuenta que se trata de la mejor forma de administrar los mayores volúmenes con la menor de las presiones, si lo comparamos con el resto de las modalidades volumétricas.

Los magníficos resultados gasométricos están relacionados con un mayor Vt, por aumento de la superficie de in-

tercambio, al aumentar los alvéolos funcionantes en la inspiración, así como en la expiración, por aumento del VRP, como efecto de la autoPEEP, lo cual permite mejorar la difusión, aumentando la PaO₂, y la HbO₂, con menores FiO₂. La disminución significativa del CO₂ es expresión de este mismo fenómeno.²

El aumento que se observa en el índice PaO₂/FiO₂, así como la disminución del *shunt*, están relacionados con:

1. Lo planteado para el PaO₂ y la HbO₂ con esta técnica.
2. Los cambios en la relación V/P que origina la ventilación mecánica¹⁴ y que aumentan en la que estamos utilizando,¹² disminuyen tanto el cortocircuito capilar,¹⁵ como el de mezclado venoso.¹⁵
3. La utilización de inotrópicos¹⁶ y vasodilatadores,¹⁶ que actúan sobre los factores extrapulmonares,³ que influyen sobre la oxigenación hística, así como sobre la relación patológica transporte-consumo de oxígeno¹⁷ y la deuda de oxígeno que existe en los pacientes con SRIS.^{14,18}

Consideramos que la mejoría hemodinámica significativa está dada por la disminución de las presiones intratorácicas, por el tipo de flujo inspiratorio decreciente, en la técnica de ventilación.

SUMMARY

A prospective longitudinal study for finding out the benefits of controlled manometric ventilation with reversed inspiration-expiration ratio was performed. 42 patients with average age of one-year six months were studied, who suffered an acute respiratory distress in a systemic inflammatory syndrome and were finally volumetrically ventilated. In a second phase, a reversed inspiration-expiration ratio was put into practice and finally the patients were applied manometric ventilation with reversed inspiration-expiration ratio. In a statistical comparison, the controlled manometric ventilation obtained the best results in several ventilatory, gasometric and hemodynamic parameters.

Subject headings: RESPIRATION, ARTIFICIAL/methods; MANOMETRY/methods; INTENSIVE CARE UNITS PEDIATRIC; RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jonson B. Ventilación por presión controlada con SERVO. *En: Solamente Servo*. Siemens-Elema AB, ed. 1ra. edición en español, Suiza; 1992:3-4.
2. Andersen JB. La ventilación por presión controlada con SERVO y con relación I:E puede salvar pacientes en estado crítico. *En: Solamente Servo*. Siemens-Elema AB, ed. 1ra. edición en español, Suiza; 1992:5-6.
3. Improving Ventilatory Strategy. 4th ed. Suiza: Servo Library Publications; 1992:42.
4. Noack G. Ventilatory Treatment of neonates and infants. 1st ed. Suiza: Servo Library Publications; 1993:33.
5. Duncan AW, Oh TE, Hillman DR. PEEP and CPAP. *Anaest Intens Care* 1986;14:236-50.
6. Witte MK, Galli SA, Chatburn RL, Blumer JL. Optimal positive end expiratory pressure therapy in infants and children with acute respiratory failure. *Pediatric Research* 1988;24(2):217-21.
7. Soto IC, Vales SB, Sordo NC, Cortes JM, Torra LB, Castel AN. Ventilación mecánica con inversión de la relación inspiración-espирación en la insuficiencia respiratoria aguda. *Medicina Intensiva* 1986;10:120-3.
8. Darville T, Giroir B, Jacobs R. The systemic inflammatory syndrome (SIRS): Immunology and potential Immunotherapy. *Infection* 1993;21:279-90.
9. Jacobs RF, Sowell MK, Moss M, Fiser DH. Septic shock in children: Bacterial etiologies and temporal relationships. *Pediatr Infect Dis J* 1990;9:196-200.
10. Bernard GR, Artigas A. y Comité de Consenso. La Conferencia de Consenso Americano-Europeo sobre el SDRA. *Am J Resp Crit Care Med* 1994;149:818-24.
11. Servo ventilator 900-C. Manual de Instrucciones. 1ra edición en español. Suiza: Servo Library Publications; 1983:1-14.
12. Andersen JB. Adult respiratory distress syndrome, ARDS. *En: improving ventilatory strategy*. 4th ed. Suiza: Servo Library Publications; 1992:40.
13. Lamy M. Volutrauma is an important factor to consider in ventilatory management today. *News information from the world of critical care*. 1993;3:10-13.
14. Sarnaik AP, Lieh-Lai M. Síndrome de *distress* respiratorio del adulto en niños. *Pediatr Clin North Am* 1994;41(2):337-63.
15. Garduño A. La insuficiencia respiratoria grave en el niño. *Acta Pediatr Mex* 1987;8(2):52-62.
16. Ginestal RJ. Catecolaminas en el *shock* séptico: Efectos sobre el transporte y consumo de oxígeno, *shunt* periférico y mortalidad. *Anales de Cuidados Intensivos* 1991; Extraordinario:3-15.
17. Renes E, de Pablo R. Relación DO_2/VO_2 en la sepsis y en el síndrome de *distress* respiratorio del adulto: Controversias. *Anales de Cuidados Intensivos* 1991; Extraordinario:25-29.
18. Lorente JA, Landín L. Deuda de oxígeno en enfermos con sepsis. *Anales de Cuidados Intensivos* 1991; Extraordinario:17-24.

Recibido: 8 de febrero de 1996. Aprobado: 28 de noviembre de 1997

Dr. *Enrique Guzmán Rubín*. Lactet No. 204, entre Concejal Veiga y Alcalde O'Farrill, Santos Suárez, municipio 10 de Octubre, Ciudad de La Habana, Cuba.