

ESTUDIO COMPARATIVO DE ALGUNAS VARIABLES HEMOGASOMÉTRICAS Y DE MECÁNICA PULMONAR EN PACIENTES VENTILADOS CON PULMONES SUPUESTAMENTE SANOS INTRODUCIENDO DIFERENTES VARIABLES EN SU PATRÓN VENTILATORIO.

- * Dra. Rosa María Abad Hernández
- ** Dra. Nora Lim Alonso
- ** Dr. Rubén Manresa Gonzáles
- ** Dr. Rufino Zenén Caba Placencia
- *** Dr. Roberto Ramírez Gómez

Resumen:

Introducción.- Analizar la influencia que sobre algunas variables hemogasométricas y de mecánica pulmonar producen varios patrones ventilatorios en pacientes que precisan ventilación artificial mecánica con pulmones supuestamente sanos.

Método.- Once pacientes ventilados con pulmones supuestamente sanos fueron ventilados en volumen control. Posteriormente se colocaron en los diferentes patrones ventilatorios en el siguiente orden:

1.- Presión control; 2.- Presión control más PEEP de 5 cm de agua; 3.- Presión control con relación I:E 1:1 con tiempo inspiratorio 50%, tiempo pausa 0 y 4.- Presión control con relación I:E 1:1 con tiempo inspiratorio 33%, tiempo pausa 20%.

Mientras se ventilaban se tomó muestra de sangre para gasometría arterial, midiéndose la P_1 , P_2 y P_m . El volumen corriente, la F_2O_2 y la frecuencia respiratoria fueron constantes en cada paciente.

Resultados.- En valores absolutos la P_1 fue menor en presión control con respecto a volumen control, la P_2 fue mayor cuando se aplicó PEEP. La P_m y la PO_2 fueron mayores en las modalidades presión control y la PCO_2 fue ligeramente menor en las modalidades presión control donde se invirtió la relación I:E. Las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas.

- * Especialista de segundo grado en Anestesiología y Reanimación, verticalizada en Cuidados Intensivos.
- ** Especialistas de primer grado en Medicina Interna verticalizados en Cuidados Intensivos.
- *** Especialista de primer grado en Anestesiología y Reanimación, verticalizado en Cuidados Intensivos.

Conclusiones.- No encontramos diferencias estadísticamente significativa en los valores de P_1 , P_2 , P_m , PO_2 y FO_2 en los diferentes patrones de ventilación lo cual pudiera ser explicado por lo pequeño de la muestra y la realización del estudio en pacientes con pulmones supuestamente sanos.

Variabes hemogasométricas patrones ventilatorios pulmones sanos

Abstract

A comparative study of some variables and pulmonary mechanics in patients ventilated with presumably healthy lungs, introducing different models in their ventilatory pattern.

Introduction.- To analyze the influence that over some hemogasometrics variables and pulmonary mechanics, produce different ventilatory patterns in patients that need mechanical artificial ventilation.

Method.- Eleven patients with presumably healthy lungs were ventilated in volume control. Posteriorly they were assigned to different ventilatory patterns in the following order:

1.- Pressure control; 2.- Pressure control plus PEEP of 5 cm of water; 3.- Pressure control with relation I:E 1:1 with inspiratory time 50%, pause time 0, and 4.-Pressure control with relation I:E 1:1 with inspiratory time 33%, pause time 20%.

While being ventilated blood samples were taken for arterial gasometrics measuring; P_1 , P_2 , and P_m .

The current volume, the F_2O_2 and the respiratory rate were kept constant in each patient.

Results.- In absolute values the P_1 was lower in pressure control in relation to volume control; the P_2 was higher with the use of PEEP. The P_m and PO_2 were higher in the pressure control patterns where the relation I:E was inverted. The differences in the results were not statistically significant.

Conclusions.- We found no statistically significant differences in the values of P_1 , P_2 , PO_2 and PCO_2 in the different patterns of ventilation, which we could explain because the short number of patients studied and because the lungs of the patient were presumably healthy.

Hemogasometric variables ventilatory patterns healthy lungs

INTRODUCCION

La ventilación artificial mecánica como método terapéutico tiene sus orígenes en el año 1888 cuando Fell O'Dwyer diseña su simple bomba de pie con el propósito de sustituir mecánicamente el proceso de ventilación.¹ Los ventiladores han progresado a través de tres generaciones.

En la década del 60 aparecen los respiradores de la serie Bird y Bennett para ventilación con presión positiva intermitente. En la década del 70 surge en el mercado una segunda generación representada por los Bennett MA-2 y ya en nuestros días se utilizan los equipos controlados por microprocesadoras, que son los que conformaron la tercera generación.¹

Así tenemos que por los años 70 los patrones ventilatorios a emplear eran la ventilación controlada por volumen con equipos volumétricos y la ventilación controlada y asistida por presión con equipos presiométricos.

Con los equipos de la tercera generación se incorporaron nuevas modalidades: la ventilación mandatoria intermitente, la mandatoria intermitente sincronizada, y la controlada-asistida, pareciendo que las modalidades regidas por presión perdían vigencia.

En la actualidad hay un resurgir de las modalidades que proporcionan el volumen corriente prefijando un determinado nivel de presión, empleando flujos desacelerantes con la novedad de la inversión de la relación I:E.

Muchos trabajos han defendido las ventajas de estas modalidades, en relación a menores presiones picos y mejor oxigenación, y desventajas con respecto a la hemodinamia²⁻⁷. Otros estudios sin embargo, han encontrado que no existen diferencias significativas en el análisis gasométrico, hemodinámico y de la mecánica pulmonar en pacientes sometidos a ventilación controlada por volumen con PEEP y controlada por presión con inversión de la relación I:E⁸.

Esas razones nos motivaron a realizar este trabajo en pacientes que sufrieron insuficiencia respiratoria aguda de causa extrapulmonar y que precisaron ventilación artificial mecánica en nuestra Unidad. Así analizamos las variaciones que sobre algunas variables hemogasométricas y de la mecánica pulmonar produjeron diferentes patrones ventilatorios.

METODOLOGIA

Pacientes.- Se estudiaron 11 pacientes que precisaron ventilación artificial mecánica y que por diferentes patologías llegaron a una IRA de causa extrapulmonar. Todos los pacientes fueron intubados por vía orotraqueal y ventilados con Servo 900C, Solna, Suecia. El volumen minuto expirado, la F_{iO_2} y la frecuencia respiratoria permaneció constante en cada paciente. Fueron empleados los siguientes patrones ventilatorios: volumen control, presión control, presión control más PEEP de 5 cm de agua, presión control con relación I:E invertida 1:1 con las variantes tiempo inspiratorio 50% y tiempo pausa 0. La otra variante incluía tiempo inspiratorio 33% y tiempo pausa 20%.

Protocolo. Todos los pacientes comenzaron ventilándose en volumen control, posteriormente se colocaron en los diferentes patrones ventilatorios en el siguiente orden:

1.- presión control (PC); 2.- Presión control más PEEP de 5 cm de agua (PC + PEEP de 5); 3.- Presión control con relación I:E 1:1 con tiempo inspiratorio 50% y tiempo pausa 0 (PC con tpo I 50% y tpo P 0) y 4.- Presión control con relación I:E 1:1 con tiempo inspiratorio 33% y tiempo pausa 20% (PC con tpo I 33% y tpo P 20%).

Mientras eran ventilados con cada patrón se tomó muestra de sangre para gasometría arterial, midiéndose la P_1 , P_2 y P_m .

En las modalidades presión control, el valor de la asistencia por presión empleado fue aquel que desarrolló un volumen corriente expirado similar al volumen corriente empleado en la modalidad volumen control.

Procedimiento.

Medidas de mecánica pulmonar.

Los valores de P_1 , P_2 y P_m fueron obtenidos en el display del panel frontal del Servo 900C.

Medidas gasométricas.

Las determinaciones gasométricas fueron realizadas en muestras de sangre arterial tomadas después de haberse impuesto el patrón ventilatorio en el equipo ABL 30 (Radiometer, Copenhagen, Dinamarca).

Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se realizó el análisis de la varianza. Se consideró significativo un $p < 0.05$. Los valores se expresaron como media y \pm desviación standard de la media.

RESULTADOS Y DISCUSION

En valores absolutos la P_1 fue menor en presión control con respecto a volumen control, aún con la relación I:E invertida, si no se aplicó PEEP extrínseca. Ver Cuadro No. 1.

CUADRO No. 1

VARIACIONES DE LA P_1

MODALIDADES	VALOR MEDIO	DESVIACION STANDARD
Volumen Control	20.2	8.9
Presión Control	15.8	5.3
PC con PEEP de 5	20.8	8.2
PC con Ti 50% Tp 0	17.2	9.1
PC con Ti 33% Tp 20%	18.0	10.0

La P_2 fue mayor en valores absolutos cuando se aplicó PEEP, lo cual se aprecia en

el cuadro No. 2.

CUADRO No.2

VARIACIONES DE LA P_2

MODALIDADES	VALOR MEDIO	DESVIACION STANDARD
Volumen Control	13.8	5.3
Presión Control	13.6	4.4
PC con PEEP de 5	19.1	6.5
PC Ti 33% Tp 20%	14.2	4.1

El Cuadro No. 3 refleja las variaciones de la presión media en las diferentes modalidades. La P_m fue en valores absolutos discretamente mayor en las variantes de presión control.

Las variaciones de la PO_2 están expresadas en el Cuadro No. 4.

Si bien no hubo significación estadística, en valores absolutos, las PO_2 más elevadas se alcanzaron en las variantes de presión control.

CUADRO No. 3

VARIACIONES DE LA P_m

MODALIDADES	VALOR MEDIO	DESVIACION STANDARD
Volumen Control	7.0	6.6
Presión Control	8.2	7.3
PC con PEEP de 5	9.2	4.9
PC con Ti 50% Tp 0	8.9	5.1
PC con Ti 33% Tp 20%	8.7	4.9

Finalmente en el cuadro 5 se observa que los valores de la PCO_2 fueron ligeramente menores en las modalidades presión control con relación I:E invertida.

Ninguna de estas variaciones tuvo significación cuando se realizó el análisis estadístico, lo cual pudiera ser explicado por lo pequeño de la muestra y la realización del estudio en pacientes con pulmones

supuestamente sanos. Además, nosotros no aplicamos PEEP en la modalidad volumen control.

Otros autores que realizaron estudios comparativos de la mecánica pulmonar en

CUADRO No. 4

VARIACIONES DE LA PO_2

MODALIDADES	VALOR MEDIO	DESVIACION STANDARD
Volumen Control	77.3	33.6
Presión Control	96.1	42.4
PC con Peep de 5	88.7	27.7
PC con Ti 50% Tp 0	96.7	28.6
PC con Ti 33% Tp 20%	92.8	25.9

pacientes con síndrome de Distress Respiratorio del Adulto y en los que se aplicó ventilación controlada por volumen con presión positiva al final de la espiración y ventilación controlada por presión con inversión de la relación I:E, encontraron mayores presiones picos en la vía aérea en la ventilación controlada por volumen con PEEP y presiones medias en la vía aérea ligeramente más elevadas en la modalidad presión control con

CUADRO 5.

VARIACIONES DE LA PCO_2

MODALIDADES	VALOR MEDIO	DESVIACION STANDARD
Volumen Control	35.1	9.0
Presión Control	36.1	7.0
PC con PEEP de 5	34.7	4.9
PC con Ti 50% Tp 0	31.9	4.7
PC con Ti 33% Tp 20%	31.6	9.1

relación I:E invertida sin cambios en la complacencia toracopulmonar.⁹

El aumento de la presión media en la vía

aerea probablemente está relacionado con el patrón de flujo desacelerante, en las modalidades presión control del Servo 900C.¹⁰

Nuestros resultados no muestran diferencias estadísticamente significativas pero el trabajo fue realizado en pacientes cuyo motivo de sufrir ventilación artificial mecánica no fue de causa pulmonar a diferencia de los hallazgos de otros autores.³⁻¹¹ Además nosotros no aplicamos PEEP en la modalidad volumen control.

En la modalidad presión control con relación I:E invertida, el flujo desacelerado y la prolongación del tiempo inspiratorio, reclutarían unidades alveolares cerradas de forma más homogénea que en la ventilación controlada por volumen debido a una mejor distribución del gas,³ disminuyendo así las necesidades de ventilación al disminuir el Vd/Vt.³⁻¹³

Marini sugiere que la inversión de la relación I:E podría ser de mayor utilidad en los casos de "tejidos reclutables" o sea en las fases tempranas del distress.¹⁴

Nuestras diferencias estadísticamente no significativas pueden deberse a que este trabajo se realizó en pulmones de pacientes supuestamente sanos, donde no existen muchas unidades alveolares para reclutar.

Otro hecho aducido es que unidades alveolares reclutables necesitan cierto tiempo para ello; por lo que los mejores efectos se obtendrían después de varias horas de mantenerse la ventilación con presión control y la relación I:E invertida. Nosotros medimos las variables analizadas a la hora de haber impuesto el cambio en el patrón ventilatorio.

Se ha señalado también que uno de los principales efectos responsables de la mejoría de la oxigenación en PC con inversión de la relación I:E es la presencia de PEEP intrínseca que esta modalidad genera^{8,15-17}, reportándose en algunos trabajos altos niveles de PEEP intrínseca y PEEP total^{12,18}. Los valores han oscilado entre 7 y 23 cm de agua para la PEEP intrínseca al utilizar I:E de 2:1, 4:1 y valores de PEEP total entre 15-30 cm de agua. En nuestro trabajo no fue analizada esta variable, pero inferimos que su importancia no debe ser fundamental, porque la inversión fue 1:1 y con frecuencias respiratorias inferiores a

14. En la bibliografía revisada no se analizan las variaciones de la PCO₂ en relación al patrón ventilatorio, variable que nosotros tuvimos en cuenta motivados porque en nuestro trabajo diario y antes de aplicar los conceptos actuales de hipercapnia permisiva, la hipercapnia constituyó el principal problema en algunos de nuestros pacientes. Aunque sin significación estadística los valores más bajos de PCO₂ lo obtuvimos cuando empleamos presión control con relación I:E invertida.

CONCLUSION

En valores absolutos se encontró menos presión en la vía aerea en las modalidades presión control con o sin inversión de la relación I:E pero sin aplicar PEEP, así mismo en valores absolutos la presión meseta fue mayor en la modalidad presión control con PEEP de 5 cm de agua. La presión media fue algo menor en la modalidad volumen control y algo mayor en la modalidad presión control cuando se aplicó PEEP. Los valores discretamente más elevados se obtuvieron en las distintas variantes que utilizaron presión control, y los insignificantes descensos en la PCO₂ se consiguieron en las modalidades presión control con relación I:E invertida.

Ninguna de estas diferencias fue estadísticamente significativa lo que pensamos puede explicarse porque nuestro trabajo lo realizamos en pacientes con pulmones supuestamente sanos.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Bone R C, Eubanks D H. The basis and Basics of mechanical ventilation. Dis-Mon; 1991; 37 (6): 321-406.
- 2- Gurevitch M J, Van Dyke J, Young E S, Kacjson K. Improved oxygenation and lower peak airway pressure in severe adult respiratory distress syndrome. Treatment with inverse ratio ventilation. Chest 1986; 89: 211-13.
- 3- Tharrat R S, Allen R P, Albertson T.E. Pressure controlled inverse ratio ventilation in severe adult respiratory failure. Chest 1988; 94: 755-62.
- 4- Lorente J A., Landin L, De Pablo R, Renes E, Rodríguez Díaz R. Efectos de la ventilación con relación

- I:E invertida sobre los parámetros hemodinámicos y de transporte de oxígeno en el síndrome de Distress Respiratorio del Adulto. *Med. Intensiva* 1992; 16: 187-91.
- 5- Abraham E, Yoshihara G. Cardiorespiratory effects of pressure controlled inverse ratio ventilation in severe respiratory failure. *Chest* 1989; 96: 1356-59.
- 6- Lorente J A, Landin L., De Pablo R, Renes E, Rodríguez Díaz R. Efectos de la ventilación con relación I:E invertida sobre los parámetros hemodinámicos y de transporte de oxígeno en el síndrome de Distress Respiratorio del Adulto. *Med. Intensiva* 1992; 16: 187-91.
- 7- Manthous C A, Schmidt S A. Inverse ratio ventilation in ARDS. Improved oxygenation without auto PEEP. *Chest*, 1993; 123 (3): 953-954.
- 8- Tharrat R S, Allen R P, Alberton T E. Pressure controlled inverse ratio ventilation in severe adult respiratory failure. *Chest* 1988; 94: 755-62.
- 9- Vallverdu I, Bak E, Subirana M, Domínguez G, Net A, Benito S, Mancebo J. Efectos agudos de la ventilación controlada por volumen con PEEP y ventilación controlada por presión con inversión de la relación I:E en el SDRA. Análisis gasométrico, hemodinámico y de la mecánica pulmonar. *Medicina Intensiva* 1994; 18: 106-13.
- 10- Marini J J, Ravenscraft S A. Mean airway pressure: physiologic determinants and measurements. *Crit Care Med* 1992; 20: 1461-72.
- 11- Lessard M, Guerot E, Mariette C, Harf A, Lemaire F, Brochard L. Pressure Controlled with inverse ratio ventilation in patients with adult respiratory distress syndrome (ARDS) *Intensive Care Med* 1992; 18: S85.
- 12- Andersen J B. Ventilatory strategy in catastrophic lung disease. Inverse ratio ventilation (IRV) and combined high frequency ventilation (CHFV). *Acta Anaesthesiol Scand* 1989; 90: 145-48.
- 13- Cole A G H, Weller S F, Sykes M K. Inverse ratio ventilation compared with PEEP in adult respiratory failure. *Intensive Care Med* 1984; 10: 227-32.
- 14- Marini J J. Lung mechanics in the Adult Respiratory Distress Syndrome. Recent conceptual advances and implications for management. *Clin. Chest Med* 1990; 11: 673-90.
- 15- Duncan S R, Rizk N W, Raffin T A. Inverse ratio ventilation: PEEP in disguise? *Chest* 1987; 92: 390-91.
- 16- Matthay M. A. New modes of mechanical ventilation for ARDS. How should they be evaluated ?. *Chest* 1989(editorial); 95: 1175-76.
- 17- Kamarek R M, Hess D. Pressure controlled inverse. ratio ventilation: panacea or autopeep. *Resp Care* 1991; 90: 945-48.
- 18- Conoscenti C, Menashe P, Meduri G, Gottlieb J. Effects of PEEP during inverse ratio ventilation. *Am Rev Resp Dis* 1988; 135: 55.