

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
“DR. ANTONIO FRAGA MOURET”

*“Cambios hemodinámicos durante el retiro de
la ventilación mecánica en pacientes con
cirugía cardíaca”*

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

PRESENTA

Dra. Claudia Lizbeth López Nava

ASESORES

Dr. Alejandro Esquivel Chávez

Dr. José Ángel Baltazar Torres



MÉXICO, D. F.

FEBRERO DE 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dr. Jesús Arenas Osuna
Jefe de la División de Educación en Salud
UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional La Raza
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dr. José Ángel Baltazar Torres
Profesor Titular del Curso de Especialización en Medicina del Enfermo en Estado Crítico
Unidad de Cuidados Intensivos
UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional La Raza
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dr. Alejandro Esquivel Chávez
Profesor Adjunto del Curso de Especialización en Medicina del Enfermo en Estado Crítico
Unidad de Cuidados Intensivos
UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional La Raza
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dra. Claudia Lizbeth López Nava
Residente del Curso de Especialización en Medicina del Enfermo en Estado Crítico
Unidad de Cuidados Intensivos
UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional La Raza
Instituto Mexicano del Seguro Social

Número de registro: R- 2010-3501-83

ÍNDICE

	Pág.
Resumen	4
Summary	5
Introducción	6
Pacientes y método	8
Resultados	9
Discusión	15
Conclusiones	17
Bibliografía	18

RESUMEN

Título: Cambios hemodinámicos durante el retiro de la ventilación mecánica en pacientes con cirugía cardíaca.

Objetivo: Describir los cambios hemodinámicos que se presentan durante el retiro de la ventilación mecánica.

Pacientes y método: Se estudiaron prospectivamente pacientes de cirugía cardíaca. Se registraron variables demográficas y clínicas. Antes de la extubación se realizó prueba de ventilación espontánea (PVE). Se midieron variables hemodinámicas de manera invasiva antes del inicio de la PVE, al inicio de la PVE, al final de la PVE y una hora postextubación. Las variables numéricas se expresan como promedio \pm desviación estándar y las nominales como porcentaje. Para comparar las variables se utilizó ANOVA. Un valor de $p < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo.

Resultados: Se analizan 27 pacientes con edad promedio de 54 años, 71% hombres. La cirugía más frecuente fue revascularización coronaria. No se encontraron cambios estadísticamente significativos en ninguna de las variables hemodinámicas estudiadas.

Conclusiones: NO existen cambios significativos en la hemodinamia durante el retiro de la VM.

Palabras Clave: Retiro de la ventilación mecánica, cambios hemodinámicos, cirugía cardíaca.

SUMMARY

Title: Hemodynamic changes during withdrawal of mechanical ventilation in patients with cardiac surgery.

Objective: To describe the hemodynamic changes during the withdrawal of mechanical ventilation.

Patients and methods: We prospectively studied patients undergoing cardiac surgery. We recorded demographic and clinical data. Before extubation a spontaneous breathing trial (SBT) was performed. Hemodynamic variables were invasively measured before the SBT, at the beginning of the SBT, at the end of the PVE and one hour after extubation. Numeric variables are expressed as mean \pm standard deviation and nominal as percentage. The variables were compared using ANOVA. A p value <0.05 was considered statistically significant.

Results: We analyzed 27 patients with mean age of 54 years, 71% men. The most frequent surgery was coronary revascularization. There were no statistically significant changes in any hemodynamic variables studied.

Conclusions: No significant changes occur in hemodynamics during removal of MV.

Keywords: Withdrawal of MV, hemodynamic changes, cardiac surgery.

INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica (VM) es un sistema de apoyo en el que se utiliza un compresor mecánico para satisfacer los requerimientos de flujo respiratorio de un paciente. Tiene utilidad como soporte ventilatorio durante las intervenciones quirúrgicas y es parte fundamental del manejo de los pacientes con lesión pulmonar aguda.^{1, 2} Durante el empleo de la VM se generan cambios importantes de la fisiología respiratoria, debidos a la generación de presión positiva intermitente intratorácica (PPI), que repercuten directamente sobre la hemodinamia de los pacientes. Los efectos cardiovasculares que se presentan durante la VM afectan el funcionamiento de ambos ventrículos. A nivel del ventrículo derecho (VD) se produce disminución de la precarga y de la postcarga, facilitando así la expulsión de volumen hacia la circulación pulmonar, lo que se traduce en un corazón derecho hemodinámicamente más eficiente. A nivel del ventrículo izquierdo (VI) disminuye en forma significativa la postcarga, dando como resultado incremento del gasto cardiaco (GC).³⁻⁶ Estos cambios hemodinámicos se han demostrado en pacientes con antecedente de falla cardiaca aguda que ameritaron VM, los cuales presentaron incremento del GC y disminución de la presión de llenado transmural del VI.⁶⁻⁸

Los cambios hemodinámicos que se generan con la PPI se pierden al retirar el apoyo ventilatorio.⁹ En este momento las presiones intratorácicas nuevamente regresan a valores negativos, condicionando incremento de la precarga y postcarga ventriculares, que repercute directamente en el funcionamiento del corazón y puede ser una causa de falla cardiaca aguda,¹⁰ sobre todo en pacientes con función cardiaca previa alterada.^{11, 12}

La VM prolongada se asocia a múltiples complicaciones (neumonía, hemorragia digestiva, trombosis venosa, miopatía), por lo que la extubación temprana debe ser prioritaria en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). Sin embargo, 10-20% de los pacientes que reciben VM son difíciles de retirar. Las causas de retiro difícil pueden ser múltiples, como la dependencia psicológica, fatiga de los músculos respiratorios, neumonía, alteraciones electrolíticas, miopatía, polineuropatía del paciente crítico y falla cardiovascular.¹³⁻¹⁶

En un estudio, Siner¹⁷ y colaboradores investigaron los cambios hemodinámicos que presentan los pacientes durante el retiro de la VM. Realizaron mediciones hemodinámicas a través de un catéter de flotación en la arteria pulmonar y encontraron que los pacientes que son retirados exitosamente de la VM incrementan el GC y mantienen estable la saturación venosa mixta de oxígeno (SvmO₂). Los pacientes que fallan en el retiro presentan disminución de la SvmO₂ como resultado del incremento en el porcentaje de extracción de oxígeno (%EO₂), pero no así del GC. Lemaire y Teboul¹⁸ demostraron hace más de 20 años, en pacientes con falla cardiaca izquierda y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), que la presión de oclusión de la arteria pulmonar (POAP) se incrementaba en aquellos pacientes con falla en el retiro de la VM. En otro estudio, Jubran et al¹⁹ encontraron disminución del índice cardiaco durante el retiro de la VM. Recientemente, De Backer²⁰ demostró estos mismos cambios en pacientes postoperados de cirugía cardiaca al momento del retiro de la VM.

El presente estudio analiza los cambios hemodinámicos que ocurren durante el retiro de la VM en pacientes con cirugía cardiaca.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se estudiaron prospectivamente pacientes que ingresaron a una UCI de un hospital de enseñanza del tercer nivel de atención, en el posoperatorio inmediato de cirugía cardíaca, entre el 1 de julio de 2010 y el 31 de enero de 2011. Se incluyeron pacientes de ambos sexos, mayores de 18 años, con apoyo mecánico ventilatorio y que tuvieran colocado un catéter de flotación en la arteria pulmonar para monitoreo hemodinámico. Se excluyeron aquellos con EPOC, infarto perioperatorio y cirugía fallida. Se recabaron las siguientes variables demográficas y clínicas: género, edad y tipo de cirugía realizada. Una vez tomada la decisión de retirar la VM, se realizó una prueba de ventilación espontánea (PVE) con pieza en T. La decisión del retiro de la VM y la duración de la PVE se dejó a criterio de médico tratante del paciente. A través del catéter de flotación en la arteria pulmonar se midieron las siguientes variables hemodinámicas: presión venosa central (PVC), POAP, tensión arterial media pulmonar (TAMP), índice cardíaco (IC), índice de resistencias vasculares sistémicas (IRVS) e índice de trabajo del ventrículo izquierdo (ITVI). Se midió además la frecuencia cardíaca (FC) y tensión arterial media (TAM). Las variables hemodinámicas se midieron inmediatamente antes del inicio de la PVE y esta se consideró la medición basal (*b*), al inicio de la PVE (*i*PVE), al final de la PVE (*f*PVE) y una hora postextubación (*1h*PE). El GC se midió con técnica de termodilución, administrando un bolo de 10 cc de solución salina en cuatro ocasiones y promediando el resultado de las 4 mediciones. Durante la medición de las variables hemodinámicas no se hicieron cambios en las dosis de aminas vasoactivas ni en el aporte de líquidos parenterales. Los valores de las variables hemodinámicas medidas durante y después de la PVE fueron contrastadas contra la medición basal.

Las variables numéricas se expresan como promedio \pm desviación estándar para las variables numéricas y como porcentaje para las nominales. Para comparar las variables numéricas utilizamos prueba de ANOVA y χ^2 para las nominales. Un valor de $p < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Veintisiete pacientes fueron incluidos en el estudio. Tres se excluyeron debido a que presentaron infarto de miocardio perioperatorio, por lo que se analizan 24. La edad promedio fue de 54.71 ± 15.17 años, 17 fueron hombres (71%) y 7 mujeres (29%). La cirugía más frecuente fue la revascularización coronaria (50%), seguida por el cambio valvular (45.83%) y solo a un paciente se le realizó cierre de comunicación interauricular (0.04%). Las características clínicas y demográficas de los pacientes se muestran en la Tabla 1.

Los valores promedio de las variables hemodinámicas se muestran en la Tabla 2. La TAM disminuyó discretamente una hora después de la extubación, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa. El IRVS inicialmente se incrementó, pero posteriormente mostró un descenso no significativo. El resto de las variables prácticamente no tuvieron cambios en los diferentes momentos en que fueron medidas. Las gráficas 1 a la 8 muestran el comportamiento de dichas variables durante el proceso de retiro de la VM.

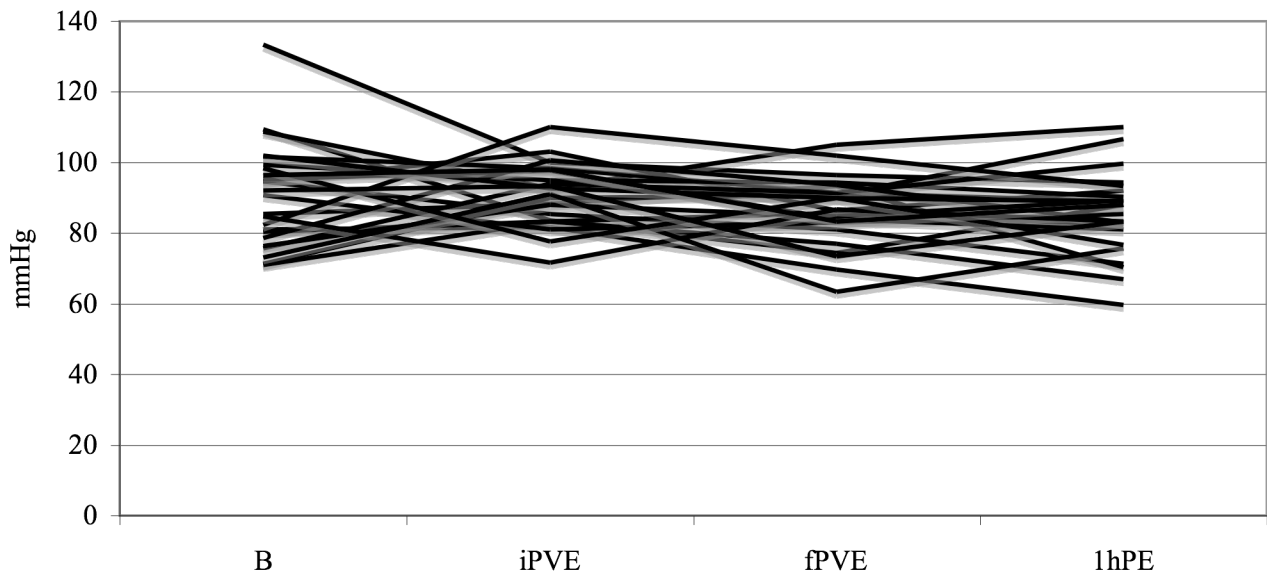
N	24
Género (%)	
* Masculino	71%
* Femenino	29%
Edad (años)	54.71 ± 15.17
Tipo de cirugía (%)	
* Revascularización coronaria	50
* Sustitución valvular	45.83
* Cierre comunicación interauricular.	0.04

Tabla 2. Comparación de las variables hemodinámicas

Parámetro	Basal	Inicio PVE*	Fin PVE	Postextubación	p
TAM*	90.67 ± 14.66	90.85 ± 8.89	86.26 ± 9.82	85.36 ± 11.73	0.218
TAMP*	22.79 ± 6.84	22.22 ± 7.91	23.74 ± 7.51	22.64 ± 7.27	0.918
PVC*	9.71 ± 4.33	10.04 ± 5.40	10.04 ± 4.98	10.08 ± 4.15	0.992
POAP*	11.58 ± 4.87	11.54 ± 4.95	10.54 ± 4.32	11.17 ± 4.23	0.852
FC*	94.08 ± 17.31	92.21 ± 16.52	97.50 ± 18.64	94.42 ± 16.01	0.247
IC*	2.89 ± 0.71	2.73 ± 0.77	3.02 ± 0.77	2.87 ± 0.68	0.601
IRVS*	2385.61 ± 792.54	2555.64 ± 826.83	2130.25 ± 623.36	2175.12 ± 489.71	0.131
ITVI*	41.30 ± 13.22	39.78 ± 12.98	40.00 ± 13.05	39.14 ± 14.42	0.955

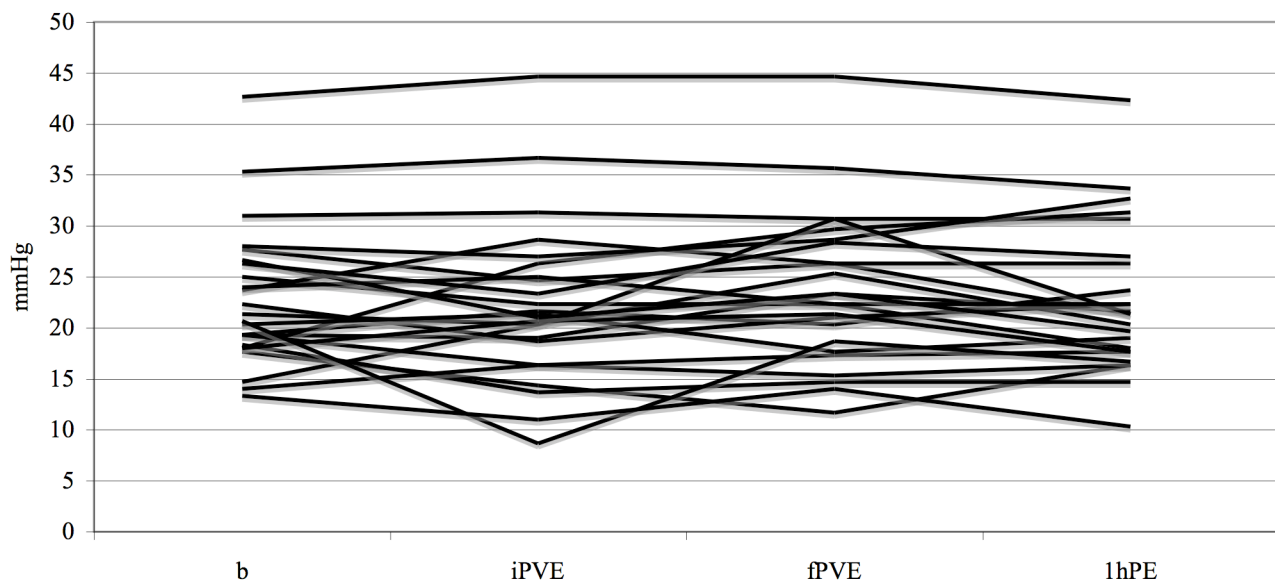
* PVE prueba de ventilación espontánea, TAM tensión arterial media, TAMP tensión arterial media pulmonar, PVC presión venosa central, POAP presión de oclusión de arteria pulmonar, FC frecuencia cardiaca, IC índice cardiaco, IRVS índice de resistencias vasculares sistémicas, ITVI índice de trabajo ventricular izquierdo.

Figura 1. Evolución de la TAM durante la PVE



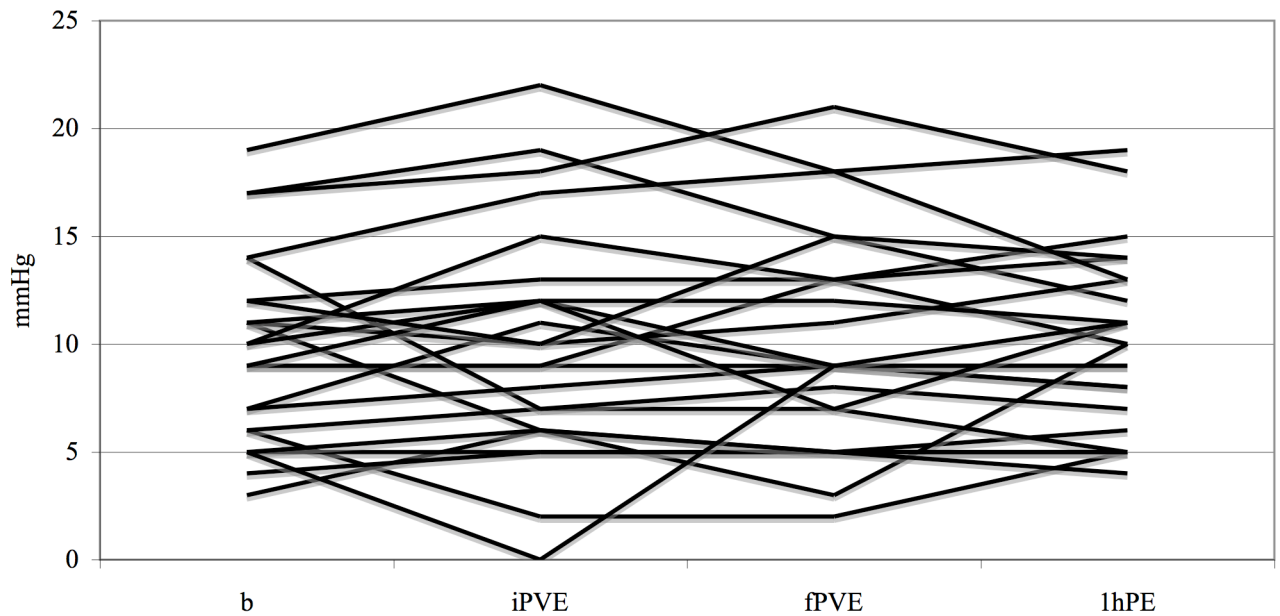
TAM tensión arterial media, b basal, PVE prueba de ventilación espontánea, iPVE inicio de prueba de ventilación espontánea, fPVE fin de prueba de ventilación espontánea, 1hPE 1 hora postextubación

Figura 2. Evolución de la TAMP durante la PVE



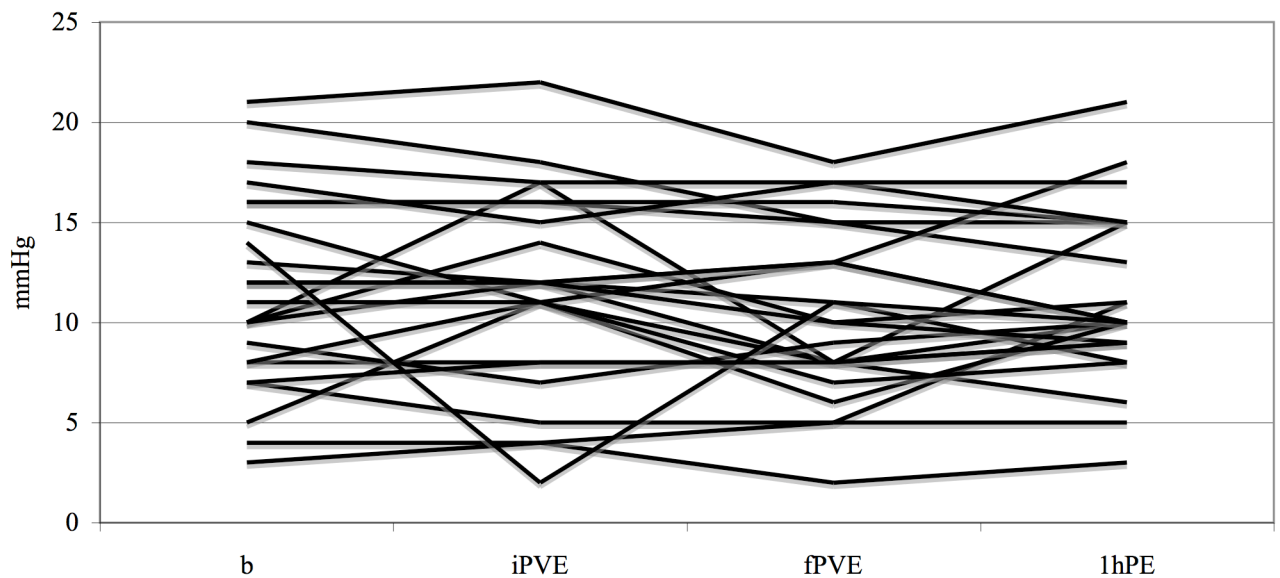
TAMP tensión arterial media pulmonar, PVE prueba de ventilación espontánea, b basal, iPVE inicio de prueba de ventilación espontánea, fPVE fin de prueba de ventilación espontánea, 1hPE 1 hora postextubación

Figura 3. Evolución de la PVC durante la PVE.



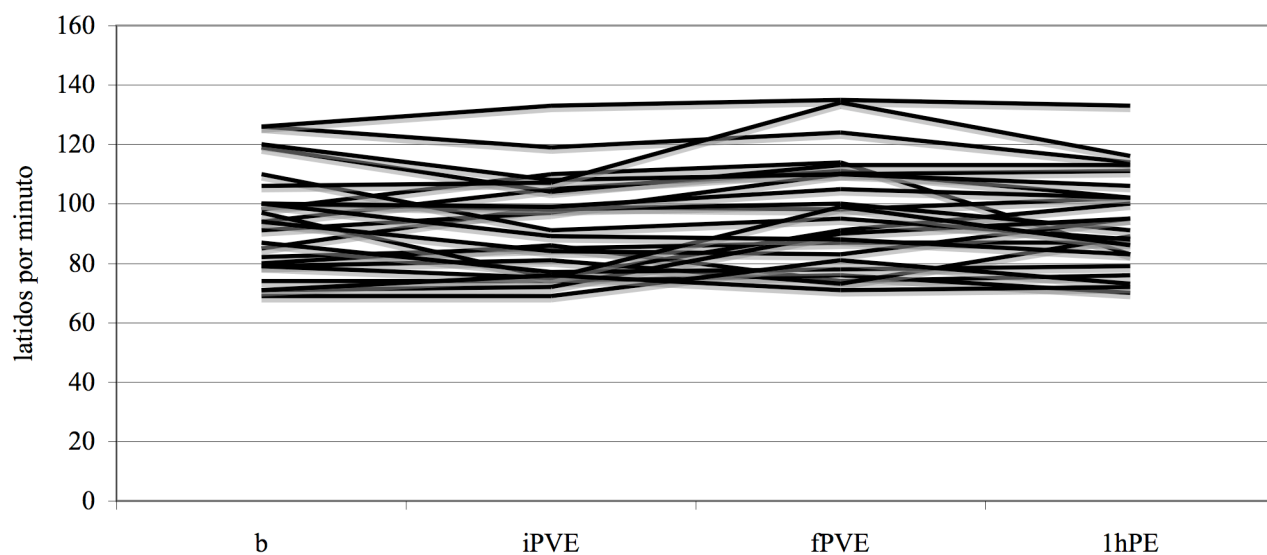
PVC presión venosa central, PVE prueba de ventilación espontánea, b basal, iPVE inicio de prueba de ventilación espontánea, fPVE fin de prueba de ventilación espontánea, 1hPE 1 hora postextubación

Figura 4. Evolución de la POAP durante la PVE.



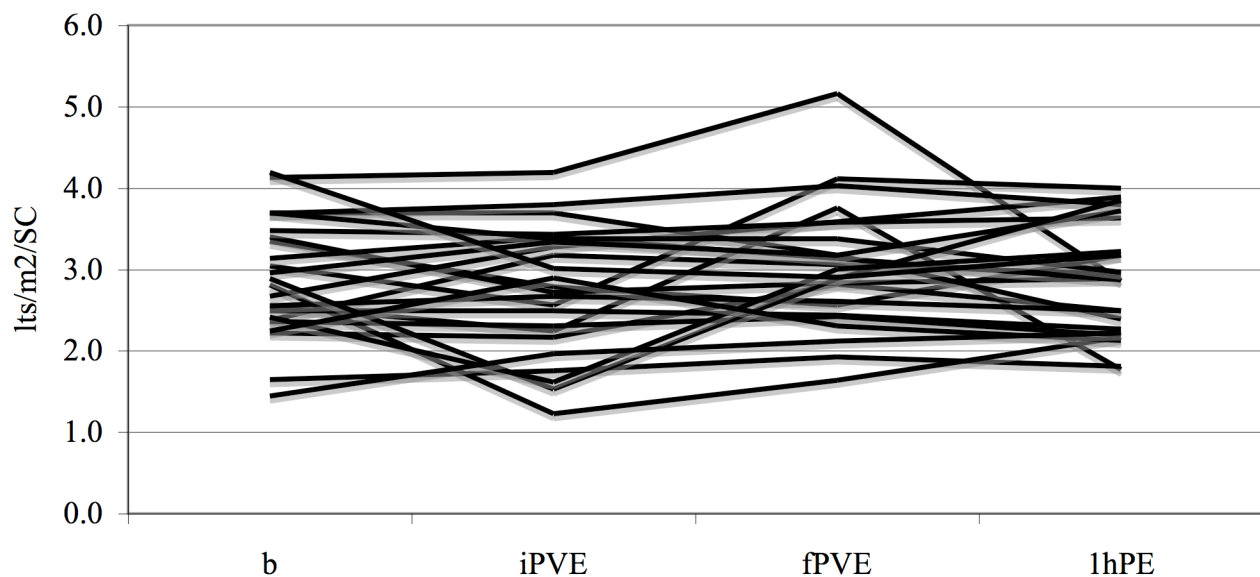
POAP presión de oclusión de arteria pulmonar, PVE prueba de ventilación espontánea, b basal, iPVE inicio de prueba de ventilación espontánea, fPVE fin de prueba de ventilación espontánea, 1hPE 1 hora postextubación

Figura 5. Evolución de la FC durante la PVE.



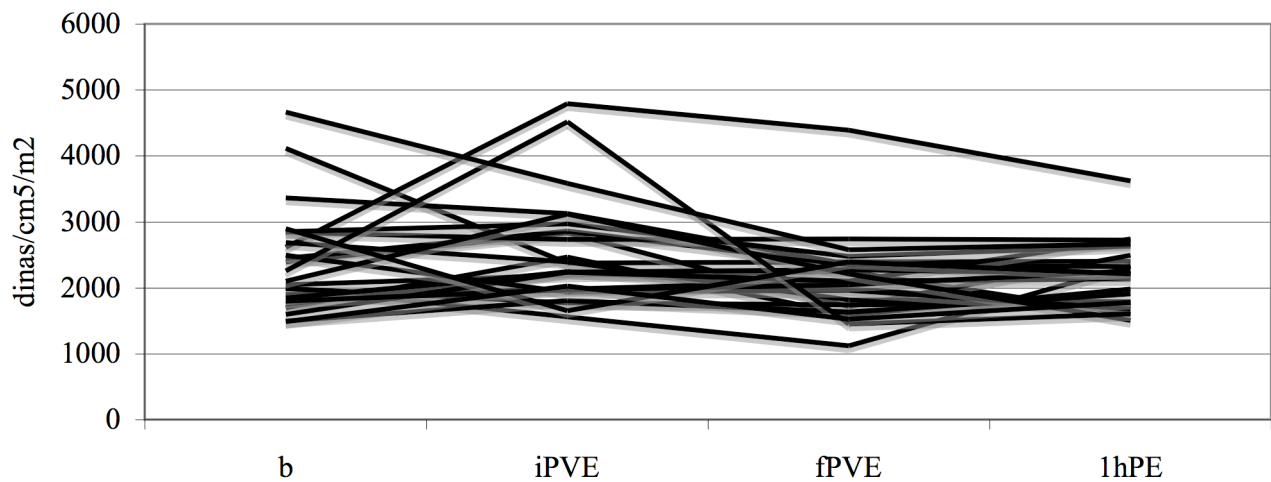
IC índice cardiaco, PVE prueba de ventilación espontánea, b basal, iPVE inicio de prueba de ventilación espontánea, fPVE fin de prueba de ventilación espontánea, 1hPE 1 hora postextubación

Figura 6. Evolución del IC durante la PVE.



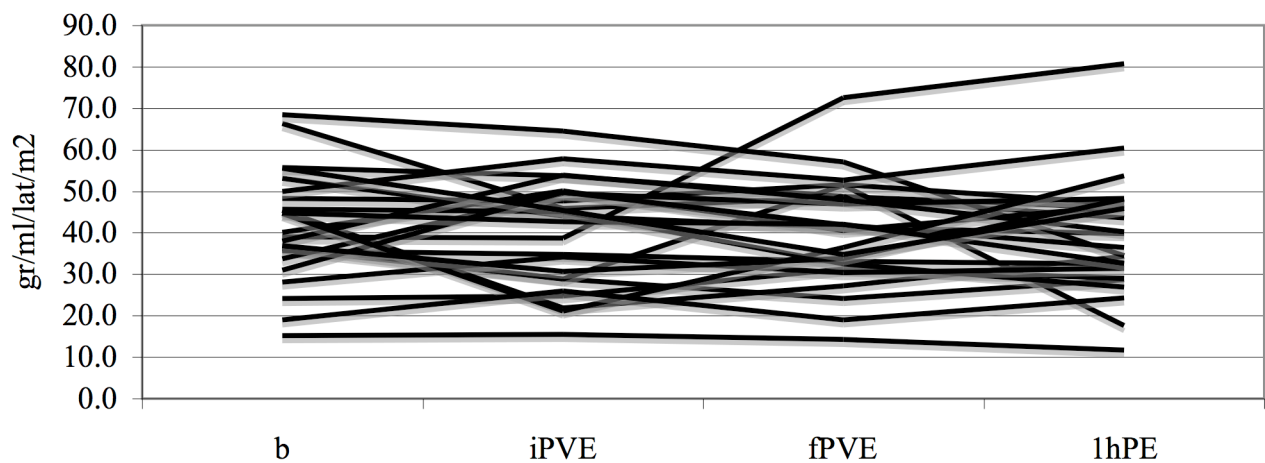
IC índice cardiaco, PVE prueba de ventilación espontánea, b basal, iPVE inicio de prueba de ventilación espontánea, fPVE fin de prueba de ventilación espontánea, 1hPE 1 hora postextubación

Figura 7. Evolución del IRVS durante la PVE.



IRVS índice de resistencias vasculares sistémicas, PVE prueba de ventilación espontánea, b basal, iPVE inicio de prueba de ventilación espontánea, fPVE fin de prueba de ventilación espontánea, 1hPE 1 hora postextubación

Figura 8. Evolución del ITVI durante la PVE.



ITVI índice de trabajo ventricular izquierdo, PVE prueba de ventilación espontánea, b basal, iPVE inicio de prueba de ventilación espontánea, fPVE fin de prueba de ventilación espontánea, 1hPE 1 hora postextubación

DISCUSIÓN

El retiro del apoyo mecánico ventilatorio supone una disminución de la presión positiva intratorácica, con cambios hemodinámicos secundarios. Esto se ha demostrado durante el proceso de retiro y sobre todo después de la extubación. La disminución brusca de la presión intratorácica produce incremento del consumo de oxígeno (VO_2), con aumento secundario del IC y del trabajo de los ventrículos.^{3, 10, 21} En 1998, Jubran¹⁹ refirió este cambio apoyándose en la determinación de la $SvmO_2$, la cual reflejaba disminución en aquellos pacientes que fallaron en el retiro de la VM, sobre todo en aquellos con enfermedad cardíaca previa. Pinsky,³ en su revisión de 2005, refiere además de lo anterior, el efecto aunado que el estado de hipovolemia afecta en el retorno venoso y en la precarga del VI y por ende en la eyección del mismo. Sin embargo, en nuestro estudio tanto el IC como el ITVI no demostraron cambios significativos en la comparación de las mediciones. De Backer,²⁰ en el año 2000, determinó estos cambios en pacientes con cirugía cardíaca, con un objetivo similar al de nuestro estudio, tomando en cuenta que estos pacientes cursan con aturdimiento miocárdico generado por el procedimiento y el uso de circulación extracorpórea, lo que favorecería mayor demanda miocárdica y por lo tanto mayores cambios hemodinámicos. Sin embargo, contrario a lo que se explica en la literatura por estos y otros autores, en nuestro estudio no se evidenciaron estas modificaciones, manteniéndose las variables hemodinámicas sin variación significativa. Los estudios de imagen también han sido introducidos para la determinación de estos cambios. En el año 2009, Osman y Teboul²² observaron a través de ecocardiografía un incremento en las presiones del VI y de la POAP, esta última fue evaluada en nuestro estudio a través del catéter de flotación, sin observarse cambios importantes en sus determinaciones.

Siendo el aumento en el VO_2 lo que favorece las modificaciones, hemos asociado a una ausencia de esta situación el resultado de nuestro estudio, ya que ninguno de nuestros pacientes cursó con falla respiratoria o cardíaca y por lo tanto la actividad ventricular fue eficiente, repercutiendo en la función

hemodinámica. Por otro lado, la muestra de nuestro estudio es pequeña por lo que suponemos es también un factor determinante en la estadística.

CONCLUSIONES

En nuestro estudio no observamos cambios significativos en las variables hemodinámicas durante el retiro de la ventilación mecánica. Sin embargo, en esta cohorte no hubo pacientes con evidencia de falla cardíaca, lo que puede influir en los resultados. Por otro lado, es posible que se requiere un mayor tamaño de muestra para detectar las diferencias en los cambios de las variables.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Irwin R, Rippe J, Ventilación mecánica parte I, Medicina Intensiva 2006;58:682-700.
- 2) Haitsma J, Physiology of mechanical ventilation. Crit Care Clin 2007;23:117-34.
- 3) Pinsky M. Cardiovascular issues in respiratory care. Chest 2005;128:592S-597S.
- 4) Steingrub J, Tidswell M, Hemodynamic consequences of heart-lung interactions. J Int Care Med 2003;18:92-9.
- 5) Pinsky M, Recent advances in the clinical application of heart-lung interactions. Current Opinion in Critical Care 2002;8:26-31.
- 6) Chadda K, Annane D, Hart N, et al. Cardiac and respiratory effects of continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in acute cardiac pulmonary edema. Crit Care Med 2002;30:2457-61.
- 7) Monnet X, Teboul J, Richard C. Cardiopulmonary interactions in patients with heart failure. Curr Opin Crit Care 2007;13:6-11.
- 8) Bendjelid K, Shtz N, Suter PM, et al. Does continuous positive airway pressure by face mask improve patients with acute cardiogenic pulmonary edema due to left ventricular distolic dysfunction?, Chest 2005;127:1053-8.
- 9) Fessler H, Heart-lung interactions: applications in the critically ill. Eur Respir J 1997;10:226-37.
- 10) Pinsky M, Breathing as exercise: The cardiovascular response to weaning from mechanical ventilation. Intensive Care Med 2000;26:1164-6.
- 11) Richard F, Teboul J, et al. Using Heart-lung interactions to assess fluid responsiveness during mechanical ventilation. Crit Care 2000;4:282-9.
- 12) Raikhelkar J, Mechanical ventilation for cardiac support. Crit Care Clin 2007;23:291-8.
- 13) MacIntyre N, Evidence-Based Guidelines for Weaning and Discontinuing Ventilatory Support : A Collective Task Force Facilitated by the American College of Chest Physicians; the American

- Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest* 2001;120:375-96.
- 14) European Respiratory Society, Task force Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007; 27:1033-56.
 - 15) Manthous CA, Schmidt GA, Hall JB. Liberation from mechanical ventilation. A decade of Progress. *Chest* 1998;114:886–901.
 - 16) MacIntyre N, Respiratory mechanics in the patient who is weaning from the ventilator. *Respir Care* 2005; 50(2):275-84.
 - 17) Siner J, Liberation from mechanical ventilation. *Crit Care Clin* 2007;23:613–38.
 - 18) Lemaire F, Teboul JL, Cinotti L, et al, Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1988;69:171-9.
 - 19) Jubran A, Mathru M, Dries D, et al, Continuous recordings of mixed venous oxygen saturation during weaning from mechanical ventilation and the ramifications thereof. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158:1763–9.
 - 20) De Backer, et al. Hemodynamic responses to successful weaning from mechanical ventilation after cardiovascular surgery. *Intensive Care Med* 2000;26:1201-6.
 - 21) Smeding L, Lust E, Plötz F, et al, Clinical implications of heart-lung interactions during mechanical ventilation: an update. *J Med Neth* 2010; 68:58-61.
 - 22) Lamia B, Maizel J, Osman D, Teboul JL, et al, Echocardiographic diagnosis of pulmonary artery occlusion pressure elevation during weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2009; 37: 1696-701.