

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”

UTILIDAD DEL HEMATOCRITO COMO PREDICTOR DE FRACASO  
EN EL RETIRO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA

T E S I S  
PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

PRESENTA  
Dr. Antonio Landaverde López

ASESORES  
Dr. Alejandro Esquivel Chávez  
Dra. Nancy Allín Canedo Castillo  
Dr. José Angel Baltazar Torres



MÉXICO, D. F.

FEBRERO DE 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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  
UMAЕ 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  
UMAЕ Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional La Raza  
Instituto Mexicano del Seguro Social

---

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

Número de registro: R-2015-3501-60

## ÍNDICE

	Pág.
Resumen	4
Summary	5
Introducción	6
Pacientes y métodos	9
Resultados	11
Discusión	18
Conclusiones	21
Bibliografía	22

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar que el incremento en el valor del hematocrito durante la prueba de ventilación espontánea es predictor de fracaso en el retiro de la ventilación mecánica.

**Material y métodos:** Se incluyeron prospectivamente pacientes con ventilación mecánica invasiva (VMI) >72 horas. Se realizó prueba de ventilación espontánea (PVE) con pieza en T durante dos horas. Se midió el hematocrito (Ht) al inicio y final de la PVE o al presentarse fracaso a la misma y se calculó la delta. Se realizó análisis de regresión logística para determinar la asociación entre el incremento del Ht y el fracaso en el retiro de la VMI. Se evaluó su desempeño como predictor de fracaso mediante su capacidad discriminativa y calibración.  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativa.

**Resultados:** Se analizan 55 pacientes, 58.2% mujeres, edad promedio 49.9 años. Treinta y dos (58.2%) pacientes tuvieron elevación del Ht al final de la PVE y 41.8% fracasaron al retiro de la VMI. La delta del Ht tuvo OR de 1.219 (IC95% 1.046-1.419,  $p = 0.011$ ) y se comportó como un buen predictor de fracaso en el retiro de la VMI, con área bajo la curva ROC de 0.719 ( $p = 0.006$ ) y  $\chi^2$  de Hosmer-Lemeshow de 41 ( $p = 0.142$ ).

**Conclusiones:** Los pacientes que fracasan al retiro de la VMI tiene incremento significativo en el valor del Ht al final de la PVE. La delta del Ht es un factor de riesgo y tiene capacidad discriminativa y calibración adecuadas para predecir el fracaso en el retiro de la VMI.

**Palabras clave:** Ventilación mecánica, protocolo de retiro de ventilación mecánica, prueba de ventilación espontánea, hematocrito, fracaso en el retiro de ventilación mecánica.

## SUMMARY

**Objective:** To determine that the increase in hematocrit during spontaneous breathing trial is a predictor of failure in weaning from mechanical ventilation.

**Methods:** We prospectively included patients with invasive mechanical ventilation (IMV) >72 hours. Spontaneous breathing trial (SBT) was performed with T-piece for two hours. Hematocrit (Ht) at the start and the end or failure of the SBT was measured and the delta was calculated. Logistic regression analysis was performed to determine the association between increased Ht and failure in weaning from IMV. Its performance as a predictor of failure was assessed by its discriminative capacity and calibration.  $p < 0.05$  was considered statistically significant.

**Results:** Fifty-five patients were analyzed, 58.2% female, mean age 49.9 years. Thirty-two (58.2%) patients had elevation of the Ht at the end of the PVE and 41.8% failed in weaning from IMV. The delta of Ht had OR of 1.219 (95%CI 1.046-1.419,  $p = 0.011$ ) and behaved as a good predictor of failure in weaning from IMV, with area under the ROC curve of 0.719 ( $p = 0.006$ ) and Hosmer-Lemeshow  $\chi^2$  of 41 ( $p = 0.142$ ).

**Conclusions:** Patients who failed in weaning from IMV have significantly increased the value of Ht at the end of the PVE. The delta of Ht is a risk factor and has adequate calibration and discriminative capacity to predict failure in weaning from IMV.

**Key words:** Mechanical ventilation, weaning from mechanical ventilation protocol, spontaneous breathing trial, hematocrit, weaning failure.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los avances más destacados de la medicina moderna es el desarrollo de dispositivos que permiten la asistencia ventilatoria mecánica. El concepto de ventilación artificial fue expresado por Andrés Vesalio desde el siglo XVI, pero fue hasta principios del siglo pasado en que se consolidó su aplicación clínica cotidiana en pacientes con enfermedades pulmonares.<sup>1</sup>

En los últimos 40 años, los dispositivos para proporcionar ventilación mecánica invasiva (VMI) se han ido perfeccionando sustancialmente, pero también se han reconocido los daños potenciales que pueden ser ocasionados por estos, como la lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI, por sus siglas en inglés) y la neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVIM).<sup>2-4</sup> Por ello, es fundamental que en todo paciente con VMI, una vez que se haya resuelto la patología que originó su indicación, se inicie un protocolo de retiro con la finalidad de lograr lo más rápido posible la liberación del ventilador y disminuir los riesgos asociados al mismo.<sup>2-4</sup>

El protocolo de retiro de la VMI es el proceso mediante el cual se realiza la transición desde el apoyo ventilatorio total hasta la ventilación espontánea. Para iniciarlo es necesaria la resolución del estado crítico, la cooperación del paciente y el cumplimiento de ciertos parámetros clínicos, de laboratorio y espirométricos.<sup>5</sup> En 2007 se publicaron las guías europeas para el retiro de la VMI.<sup>5</sup> En ellas se definen los criterios para el inicio, mantenimiento y finalización del protocolo de retiro. Como parte de los criterios para considerar iniciar un protocolo de retiro se incluyen: resolución del evento agudo que motivó la intubación, adecuado mecanismo de tos, baja cantidad de secreciones, estabilidad hemodinámica, equilibrio metabólico, hidroelectrolítico y ácido base, función pulmonar efectiva y adecuado estado mental. Además, se establecen los criterios de éxito o fracaso en el retiro. Se considera fracaso cuando se presentan los siguientes criterios objetivos:

taquipnea, taquicardia, hipertensión o hipotensión arterial, hipoxemia, acidosis o arritmias; y los siguientes criterios subjetivos: agitación psicomotriz, deterioro neurológico, diaforesis, incremento del esfuerzo ventilatorio o necesidad de reintubación en las 48 horas posteriores a la decanulación.

El fracaso en el retiro posterior a la prueba de ventilación espontánea (PVE) ocurre en el 26 - 42% de los casos y las principales causas son la imposibilidad pulmonar para mantener la ventilación espontánea y la disfunción cardiovascular.<sup>5-7</sup>

La generación de presión positiva intermitente por el ventilador repercute sobre la hemodinamia del paciente. A nivel del corazón derecho se produce disminución de la pre y poscarga, lo que resulta en una expulsión más eficiente del volumen sanguíneo hacia la circulación pulmonar. Del lado izquierdo la poscarga disminuye considerablemente, produciendo incremento del gasto cardíaco.<sup>7</sup> Durante la PVE, al retirar súbitamente la presión positiva, la respuesta adrenérgica incrementa el volumen diastólico final del ventrículo derecho y la presión de oclusión de la arteria pulmonar (POAP), lo que se traduce en incremento de la precarga del ventrículo izquierdo, aumento de la poscarga de ambos ventrículos y disminución de la contractilidad del ventrículo izquierdo. Estos eventos, junto con el incremento en el esfuerzo ventilatorio, aumentan la demanda miocárdica de oxígeno y son condicionantes de insuficiencia cardíaca y edema pulmonar agudo (EPA).<sup>8</sup> La incidencia de EPA como causa de fracaso en el retiro de la VMI oscila entre el 42% y 52%.

Es difícil demostrar clínicamente la presencia de disfunción cardiovascular inducida por el retiro de la VMI. El único método confiable es la medición invasiva de la POAP durante la PVE.<sup>9</sup> Sin embargo, no se ha determinado un punto de corte confiable<sup>7</sup> y el costo es alto, por lo que su uso es controversial. Debido a ello se han desarrollado métodos no invasivos para evaluar la función cardiovascular, como la ecocardiografía transtorácica y la medición de biomarcadores (BNP, pro-BNP), con resultados no definitivos.<sup>7, 9.</sup>

Un aspecto poco explorado es el papel de la hemoconcentración durante el proceso de retiro. Debido a que el incremento en el volumen de llenado del ventrículo izquierdo altera las fuerzas de Starling, existe una salida neta de líquido desde los capilares hacia el intersticio pulmonar, la que produce hemoconcentración.<sup>9</sup> Teboul y colaboradores encontraron un incremento del 6% en las proteínas plasmáticas y de 6.7% en la hemoglobina (Hb) en 24 pacientes que desarrollaron EPA durante la PVE. La combinación de ambos factores para detectar EPA mostró sensibilidad del 87% y especificidad del 100%.<sup>7</sup>

Ware y colaboradores, así como Matthay y colaboradores, han resaltado la relación entre los niveles elevados de proteínas plasmáticas (incluyendo la Hb) y el incremento en la permeabilidad vascular a nivel pulmonar, no sólo en pacientes sometidos a protocolos de retiro de la VMI, sino también con otras patologías.<sup>10,11</sup> La Hb se ha propuesto como marcador de hemoconcentración inducida por EPA cardiogénico, pero su rendimiento ha sido limitado.<sup>7, 9-11.</sup>

El hematocrito (Ht) es un parámetro fácil de medir, disponible en la mayoría de los hospitales, barato y es un indicador bien conocido de hemoconcentración.<sup>9,11.</sup> Sin embargo, no se ha estudiado su papel en la identificación de EPA inducido por el retiro de la VMI. El propósito de este estudio es determinar si el incremento en el valor del Ht durante la PVE puede ser utilizado como un predictor de fracaso en el retiro de la VMI.

## PACIENTES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, observacional y comparativo en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional La Raza del Instituto Mexicano del Seguro Social, del 20 de diciembre de 2014 al 31 de mayo de 2015. Se incluyeron pacientes críticamente enfermos bajo VMI por al menos 72 horas y que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: ambos sexos, edad mayor de 18 años y criterios para retiro de la VMI de acuerdo a las guías europeas.<sup>5</sup> Se consideraron criterios de exclusión los siguientes: ventilación mecánica no invasiva, transfusión de concentrados eritrocitarios en las últimas 24 horas y presencia de sangrado activo. Se registraron las siguientes variables: género, edad, antecedente de neumopatía o cardiopatía, diagnóstico de ingreso a la UCI, tipo de paciente (médico o quirúrgico), gravedad de la enfermedad evaluada mediante la escala APACHE II (Acute Physiologic and Chronic Health Evaluation), grado de disfunción orgánica evaluada mediante la escala SOFA (Sequential Organ Failure Assessment), uso de inotrópicos y diuréticos, transfusión de paquetes globulares, balance hídrico durante la estancia en la UCI, duración de la VMI, éxito o fracaso en la PVE, fracaso en el retiro de la VMI, días de estancia en la UCI y defunción durante la estancia en la misma.

Al cumplir criterios para iniciar el protocolo de retiro de la VMI de acuerdo a las guías europeas,<sup>5</sup> se realizó una PVE con pieza en T durante 120 minutos. Se tomaron muestras de sangre venosa central al inicio y al final de la PVE o al momento del fracaso a la misma. Las muestras se procesaron de forma inmediata en equipo GEM Premier 3000 para obtener los valores de saturación venosa central de oxígeno ( $SvcO_2$ ), Ht y presión parcial venosa de dióxido de carbono ( $PvCO_2$ ). Se determinó el valor del Ht al inicio y al final de la PVE y se calculó la delta de Ht mediante la resta del valor final menos el inicial. La decisión de retiro de la VMI quedó a cargo del médico tratante.

Una vez recabados los datos se formaron dos grupos, uno con los pacientes con retiro exitoso de la VMI y otro con aquellos que fracasaron al retiro. Las variables fueron comparada entre estos grupos. Se empleó estadística descriptiva para la presentación de los datos. Las variables continuas se expresan como promedio  $\pm$  desviación estándar para los datos paramétricos y medianas con rango intercuartil para los no paramétricos. Se emplearon las pruebas T de Student para comparar los datos paramétricos y U de Mann-Whitney para los no paramétricos. Las variables categóricas se expresan como porcentajes y se utilizó Chi cuadrada para analizar las diferencias entre los grupos. Para analizar la asociación entre el incremento en el Ht y el fracaso en el retiro de la VMI se realizó análisis de regresión logística bi y multivariado. Las variables introducidas en el modelo fueron género, edad, calificaciones en las escalas APACHE II y SOFA, antecedentes de cardiopatía y neumopatía, uso de diuréticos e inotrópicos, transfusión de paquete globular, balance hídrico, incremento del Ht, delta del Ht, días de VMI y días de estancia en la UCI. Todas las variables numéricas fueron introducidas como variables continuas. Aquellas que en el análisis bivariado tuvieron valor de  $p \leq 0.2$  fueron introducidas en el multivariado. El desempeño del incremento en el valor del Ht como predictor de fracaso en el retiro de la VMI se evaluó mediante el área bajo la curva ROC (capacidad discriminativa) y la prueba de bondad de ajuste de Hosmer-Lemeshow (calibración). Un valor de  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativo. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete STATA 12.1.

## RESULTADOS

Durante el periodo de estudio, 253 pacientes ingresaron a la UCI, 55 (21.7%) cumplieron con los criterios de ingreso al estudio. La Tabla 1 muestra las características demográficas y clínicas de la población de estudio. Treinta y dos fueron mujeres (58.2%), la edad promedio fue de  $49.9 \pm 17.8$  años, 70.9% tenían antecedente de neumopatía, 80% de cardiopatía y 61.8% fueron quirúrgicos. La calificación promedio en la escala APACHE II fue de  $16.1 \pm 6.2$  y en la escala SOFA de  $6.6 \pm 4$ . Treinta y dos (58.2%) pacientes tuvieron incremento del Ht al final de la PVE y dicho incremento fue en promedio de  $8.5 \pm 23.1\%$ . El delta del Ht fue en promedio de  $1.9 \pm 6.8$  y 23 (41.8%) pacientes fracasaron en el retiro de la VMI. Los principales diagnósticos de ingreso a la UCI se muestran en la Tabla 2 y destacan el choque séptico y el posoperatorio de cirugía cardíaca, con 15 (27.3%) y 10 (18.2%) casos respectivamente.

La comparación de las características demográficas y clínicas entre los pacientes con éxito y fracaso en el retiro de la VMI se muestra en la Tabla 3. Las variables con diferencias estadísticamente significativas fueron el género ( $p = 0.003$ ), la edad ( $p = 0.024$ ), el antecedente de cardiopatía ( $p = 0.046$ ), el antecedente de neumopatía ( $p = 0.038$ ), el porcentaje de incremento del Ht ( $p = 0.017$ ) y la delta del Ht ( $p = 0.005$ ).

En el análisis de regresión logística bivariado (Tabla 4) se identificaron como factores de riesgo para fracaso al retiro el género masculino ( $p = 0.004$ ), la edad ( $p = 0.03$ ), el antecedente de neumopatía ( $p = 0.028$ ) y la delta del Ht ( $p = 0.012$ ). En el análisis multivariado se encontraron como predictores de fracaso en el retiro de la VMI el género masculino ( $p = 0.004$ ), el antecedente de neumopatía ( $p = 0.032$ ) y la delta del Ht ( $p = 0.012$ ). La delta del Ht tuvo buena capacidad discriminativa y calibración como predictor de fracaso en el retiro de la VMI, con área bajo la curva ROC (Gráfica 1) de 0.72 (IC95% 0.578 - 0.861,  $p = 0.006$ ) y  $\chi^2$  de Hosmer-Lemeshow de 42 ( $p = 0.142$ ).

El incremento de 2.9 puntos porcentuales en el Ht al final de la PVE tuvo sensibilidad de 65% (IC95%, 0.28 - 1.58), especificidad de 45% (IC95%, 0.28 - 0.62), valor predictivo positivo de 0.47 (IC95%, 0.51 - 1.45) y valor predictivo negativo de 0.65 (IC95%, 0.46 - 0.85) para predecir fracaso en el retiro de la VMI.

Tabla 1. Características demográficas y clínicas de la población de estudio

n	55
Género femenino, n (%)	32 (58.2)
Edad (años)	49.9 ± 17.8
Antecedente de cardiopatía, n (%)	39 (70.9)
Antecedente de neumopatía, n (%)	44 (80)
Tipo de paciente quirúrgico, n (%)	34 (61.8)
Calificación en la escala APACHE II	16.1 ± 6.2
Calificación en la escala SOFA	6.6 ± 4
Uso de inotrópicos, n (%)	45 (81.8)
Uso de diuréticos, n (%)	24 (43.6)
Transfusión de paquete globular, n (%)	24 (43.6)
Balance hídrico (mL)	1,664.9 ± 4,818
Ht inicial	28.8 ± 6.1
Ht final	30.8 ± 7.6
Incremento del Ht, n (%)	32 (58.2)
Porcentaje de incremento (%)	8.5 ± 23.1
Delta de Ht	1.9 ± 6.8
Fracaso en el retiro de la VM, n (%)	23 (41.8)
Días de ventilación mecánica	6 (4 - 8)*
Días de estancia en la UCI	8 (6 - 11)*
Mortalidad, n (%)	8 (14.6)

APACHE = acute physiologic and chronic health evaluation, SOFA = sequential organ failure assesment, Ht = hematocrito, VM = ventilación mecánica, UCI = unidad de cuidados intensivos

Tabla 2. Diagnósticos de ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos

	n (%)
Choque séptico	15 (27.3)
Cirugía cardíaca	10 (18.2)
Sepsis severa	5 (9)
Patología Neurológica	5 (9)
Patología Inmunológica	3 (3.5)
Choque mixto	3 (3.5)
Patología pulmonar	3 (3.5)
Cirugía abdominal	2 (3.6)
Patología renal	2 (3.6)
Cirugía vascular	2 (3.6)
Pancreatitis	1 (1.8)
Cirugía maxilofacial	1 (1.8)
Cetoacidosis diabética	1 (1.8)
Complicación embarazo	1 (1.8)
Infarto miocardio	1 (1.8)

Tabla 3. Comparación de las variables demográficas y clínicas entre los pacientes con éxito y fracaso en el retiro de la ventilación mecánica

	Exito en el retiro de la	Fracaso en el retiro de la VM	p
n, (%)	32 (58.2)	23 (41.8)	
Género femenino, n (%)	24 (75)	8 (34.8)	0.003
Edad (años)	45.4 ± 17.4	56.2 ± 16.6	0.024
Antecedente de cardiopatía, n (%)	26 (81.3)	13 (56.5)	0.046
Antecedente de neumopatía, n (%)	29 (90.6)	15 (65.2)	0.038
Tipo de paciente quirúrgico, n (%)	18 (56.3)	16 (69.6)	0.316
Calificación en la escala APACHE II	17.3 ± 6.1	14.5 ± 6	0.102
Calificación en la escala SOFA	7.8 ± 3.8	7.4 ± 4.3	0.655
Uso de inotrópicos, n (%)	28 (87.5)	17 (73.9)	0.29
Uso de diuréticos, n (%)	16 (50)	8 (34.8)	0.262
Transfusión de paquete globular, n (%)	12 (37.5)	12 (52.2)	0.279
Balance hídrico (mL)	1,111.8 ± 4,939.6	2,434.6 ± 4,640.4	0.315
Ht inicial	29.8 ± 6.3	27.3 ± 5.5	0.124
Ht final	29.7 ± 6.9	32.3 ± 8.5	0.227
Incremento del Ht, n (%)	17 (53.1)	15 (65.2)	0.370
Porcentaje de incremento (%)	1.3 ± 20.3	8.5 ± 23.1	0.017
Delta de Ht	-0.1 ± 6.4	5 ± 6.2	0.005
Días de ventilación mecánica	6 (4 - 8.75)*	5 (4 - 8)*	0.494**
Días de estancia en la UCI	7.5 (6 - 10.15)*	9 (7 - 12)*	0.195**
Mortalidad, n (%)	2 (6.3)	6 (26.1)	0.057

VM = ventilación mecánica, APACHE = acute physiologic and chronic health evaluation, SOFA = sequential organ failure assesment, Ht = hematocrito, UCI = unidad de cuidados intensivos

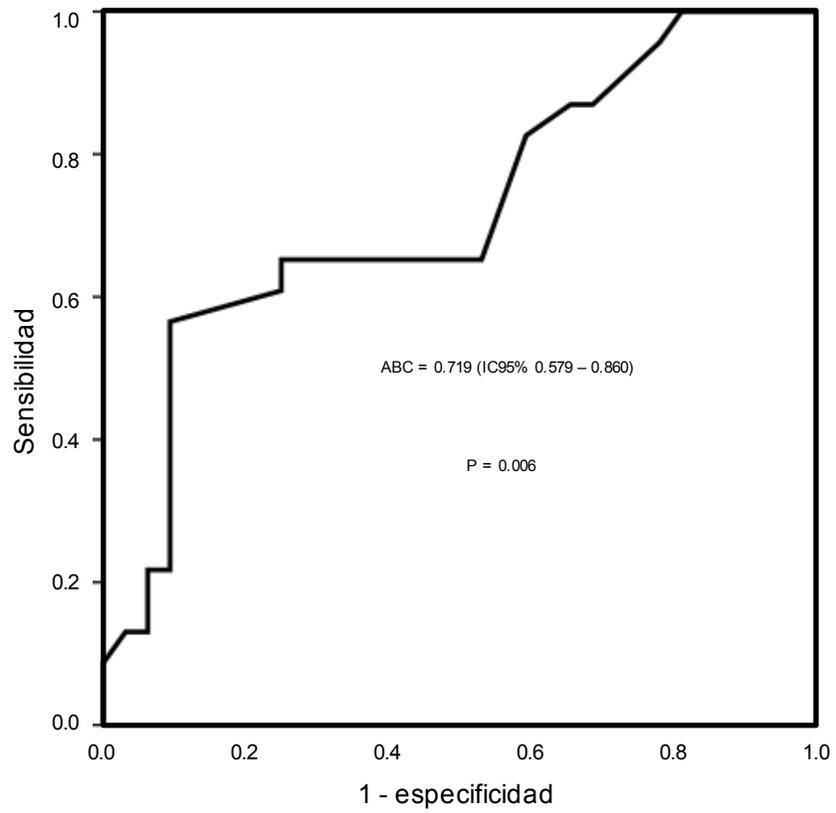
\* Mediana con rango intercuartil

\*\* U de Mann-Whitney

Tabla 4. Análisis de regresión logística bi y multivariado para identificar factores de riesgo para fracaso en el retiro de la ventilación mecánica

	Bivariado			Multivariado		
	RR	IC 95%	p	RR	IC 95%	p
Género masculino	5.625	1.740 - 18.183	0.004	14.44	2.489 - 83.738	0.003
Edad	1.038	1.004 - 1.074	0.03	1.019	0.969 - 1.072	0.45
Calificación en la escala APACHE II	0.925	0.841 - 1.017	0.106	0.912	0.794 - 1.049	0.201
Calificación en la escala SOFA	0.969	0.846 - 1.110	0.649			
Antecedente de cardiopatía	3.333	0.993 - 11.195	0.051	3.382	0.568 - 20.128	0.181
Antecedente de neumopatía	5.156	1.190 - 22.334	0.028	9.085	1.050 - 78.542	0.045
Tipo de paciente quirúrgico	0.563	0.182 - 1.741	0.318			
Uso de inotrópicos	2.471	0.608 - 10.032	0.206			
Uso de diuréticos	1.875	0.622 - 5.649	0.264			
Transfusión de paquete globular	0.55	0.185 - 1.631	0.281			
Balance hídrico (mL)	1	0.999 - 1.0001	0.32			
Incremento del Ht	0.604	0.200 - 1.823	0.371			
Delta de Ht	1.149	1.030 - 1.280	0.012	1.219	1.046 - 1.419	0.011
Días de ventilación mecánica	0.997	0.919 - 1.081	0.936			
Días de estancia en la UCI	1.097	0.959 - 1.256	0.174	0.958	0.768 - 1.196	0.707

RR = riesgo relativo, IC95% = intervalo de confianza del 95%, APACHE = acute physiologic and chronic health evaluation, SOFA = sequential organ failure assesment, Ht = hematocrito, UCI = unidad de



Gráfica 1. Curva ROC de  $\Delta Ht$  para la predicción de fracaso en el retiro de la ventilación mecánica  
 ABC = área bajo la curva, ROC = receiver operating characteristic curve, IC95% = intervalo de confianza del 95%, Ht = hematocrito

## DISCUSIÓN

Los hallazgos principales de este estudio fueron: 1) el incremento en el valor del Ht posterior a una PVE de dos horas con pieza en T es frecuente en los pacientes que fracasan en el retiro de la VMI, 2) la delta del Ht es un predictor de fracaso en el retiro de la VMI y 3) el incremento de 2.9 puntos porcentuales en el valor del Ht permite predecir fracaso en el retiro de la VMI con sensibilidad de 65%, especificidad de 45%, valor predictivo positivo de 0.47% y valor predictivo negativo de 0.65%.

La posibilidad de asistencia ventilatoria durante la enfermedad nació como una idea poco factible a finales del siglo XVIII y se ha ido perfeccionando desde su implementación en los años 20's,<sup>14</sup> siendo en la actualidad una de las principales herramientas terapéuticas de la UCI. Sin embargo, la VMI se asocia a múltiples efectos deletéreos ya debidamente identificados.<sup>2-4</sup> Por eso es indispensable en todo paciente lograr el retiro de la VMI a la brevedad.

En las guías europeas de retiro de la VMI están descritos los criterios de fracaso durante la PVE y una de las principales causas es el EPA de origen cardiogénico.<sup>5-8</sup> Las guías de retiro de la VMI sólo contemplan los siguientes datos de laboratorio, PaO<sub>2</sub>, la PaCO<sub>2</sub> y pH obtenidos a través de gasometrías, como criterios de retiro.<sup>5</sup> A pesar de que desde 1977 se reconoció la elevación de la presión coloidosmótica y la concentración de proteínas plasmáticas en pacientes con EPA de origen cardiogénico,<sup>15</sup> han sido escasos los trabajos que han estudiado la relación existente entre el incremento de las proteínas plasmáticas y hallazgos compatibles con EPA de origen cardiogénico.<sup>9-11</sup> Menos son aún los que han estudiado la relación entre el incremento de las proteínas plasmáticas y EPA de origen cardiogénico durante el retiro de la VMI.<sup>7,9</sup>

Jean-Louis Teboul, en un artículo publicado en 2014 referente a la disfunción cardiaca relacionada con el retiro de la VMI,<sup>7</sup> reconoce las aportaciones de Anguel y colaboradores al

haber identificado la relación entre fracaso en el retiro de la VMI y la elevación mayor de 6.5% en la concentración de hemoglobina y mayor de 6% de la concentración de proteínas plasmáticas. Estos puntos de corte tuvieron sensibilidad de 93% y 87%, y especificidad de 97% y 95%, respectivamente, para predecir fracaso en el retiro de la VMI. Estos hallazgos invitan a la comunidad científica a identificar marcadores no invasivos que puedan detectar a los pacientes potenciales a fracaso en el retiro de la VMI.<sup>9</sup> El Ht es un parámetro fácil de medir, disponible en la mayoría de los hospitales, barato y es un indicador bien conocido de hemoconcentración.<sup>9,11</sup> Nosotros no encontramos en la literatura estudios que investiguen el papel de los cambios en el valor del Ht durante la PVE como un criterio de fracaso en el retiro de la VMI. Dos artículos recientes publicados en 2015, referentes al retiro de la VMI, tampoco hacen mención del Ht como un criterio de fracaso.<sup>16,17</sup>

Nosotros encontramos que al final de una PVE con pieza en T con duración de 2 horas, el 58.2% de los pacientes tiene elevación del Ht como marcador de hemoconcentración, y que dicha elevación es en promedio de 8.5%. El incremento en los valores de Ht se presentó tanto en los pacientes con retiro exitoso de la VMI, como en aquellos que fracasaron. Sin embargo, la proporción de pacientes con incremento en el valor del Ht fue mayor en aquellos que fracasaron, aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística. Por otro lado, el incremento en el valor del Ht fue significativamente mayor en los pacientes que fracasaron.

La asociación entre el incremento en el valor del Ht y el fracaso en el retiro de la VMI se analizó mediante regresión logística. En el análisis bivariado, la delta del Ht, calculada mediante la sustracción del valor del Ht al final de la PVE menos el del Ht al inicio de la prueba, fue identificada como un factor de riesgo para fracaso en el retiro de la VMI. Cuando se ajustó para otras posibles variables asociadas con fracaso, la delta conservó la significancia estadística. En este análisis multivariado, el género masculino, el antecedente de neumopatía y la delta del hematocrito se comportaron como factores de riesgo para

fracaso en el retiro de la VMI. No encontramos asociación entre el fracaso y otras variables relevantes como la gravedad de la enfermedad, el grado de disfunción orgánica o la presencia de balance hídrico positivo.

El papel del incremento en el valor del Ht como herramienta para predecir fracaso en el retiro de la VMI se evaluó mediante su capacidad dicriminativa y calibración. El área bajo la curva ROC fue adecuada, de 0.719, y tuvo significancia estadística ( $p = 0.006$ ). La calibración también fue buena, con  $\chi^2$  de Hosmer-Lemeshow de 42 ( $p = 0.142$ ).

El análisis de la curva ROC también permitió identificar el punto de corte de incremento en el valor del Ht de 2.9%, con sensibilidad, especificidad y valores predictivos adecuados para predecir fracaso en el retiro de la VMI.

## CONCLUSIONES

Concluimos que el delta de Ht durante la realización de una PVE y el incremento de 2.9 puntos porcentuales o más es un predictor de fracaso y puede considerarse como una prueba de rutina en aquellos pacientes que se encuentran con protocolo de retiro, especialmente en aquellos hombres con patología pulmonar previa. Se considera una prueba accesible, no invasiva, disponible en todos los centros hospitalarios y barata que puede agregarse al protocolo de retiro de VMI con la finalidad de identificar a los pacientes que pueden fracasar al retiro y así disminuir la morbi mortalidad que esto conlleva.

Este estudio deberá considerarse base para estudios posteriores que pudieran comparar el desempeño de asociar el delta de hematocrito con  $F/Vt$  y de esta forma incrementar la posibilidad de detectar a pacientes que pudieran fracasar al retiro de la VMI.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Slutsky A. ACCP Consensus Conference. *Chest* 1993;104(6):1833-59.
2. Finfer A, Ranieri M. Ventilator-induced lung injury. *N Engl J Med* 2013;369(22):2126-36.
3. American Thoracic Society Documents. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;171:388-416.
4. Blanquer J, Aspa J, Anzueto A, Ferrer M, Gallego M, Rajas O, et al. SEPAR guidelines for nosocomial pneumonia. *Arch Bronconeumol* 2011;47(10):510-20.
5. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007;29(5):1033-56.
6. McConville J, Kress, J. Weaning patients from the ventilator. *N Engl J Med* 2012;367(23):2233-9.
7. Teboul JL. Weaning-induced cardiac dysfunction: where are we today? *Intensive Care Med* 2014;40(8):1069-79.
8. Grasso S, Pisani L. Weaning and the heart: from art to science. *Crit Care Med* 2014;42(8):1954-5.
9. Anguel N, Monnet X, Osman D, Castelain V, Richard C, Teboul JL. Increase in plasma protein concentration for diagnosing weaning-induced pulmonary oedema. *Intensive Care Med* 2008;34:1231-38.
10. Aman J, Van der Heijden M, Van Lingen A, Girbes A, Van Nieuw AG, Van Hinsbergh V. Plasma protein levels are markers of pulmonary vascular permeability and degree of lung injury in critically ill patients with or at risk for acute lung injury/acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 2011;39(1):89-97.

11. Bahloul M, Bouaziz M, Dammak H, Ben Hamida C, Ksibi H, Rekik N, et al. Value of the plasma protein and hemoglobin concentration in the diagnosis of pulmonary edema in scorpion sting patients. *Intensive Care Med* 2002;28(11):1600-5.
12. Knaus W, Draper E, Wagner D, Zimmerman J. APACHE II: A severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985;13(10):818-29.
13. Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willats S, De Mendoca A, Bruining H, et al. The SOFA (sepsis-related organ failure assessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intensive Care Med* 1996;22:707-10.
14. Slutsky A. History of mechanical ventilation from Vesalius to ventilator-induced lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2015;191(10):1106-1115.
15. Figueras J, Weil M. Increases in plasma oncotic pressure during acute cardiogenic pulmonary edema. *Circulation* 1977;55:195-199.
16. Peñuelas O, Thille A, Esteban A. Discontinuation of ventilatory support: new solutions to old dilemmas. *Curr Opin Crit Care* 2015;21(1):74-81.
17. Thille A, Boissier F, Ghezala H, Razazi K, Mekontso-Dessap A, Brun-Buisson C. Risk factors for and prediction by caregivers of extubation failure in ICU patients: a prospective study. *Crit Care Med* 2015;43(3):613-620.