

# ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD DEL PATRÓN RESPIRATORIO DURANTE EL WEANING DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

B.F. Giraldo<sup>1</sup>, J. Chaparro<sup>1</sup>, D. Ballesteros<sup>3</sup>, L. López-Rodríguez<sup>3</sup>, D. Gea<sup>2</sup>, S. Benito<sup>2</sup>, P. Caminal<sup>1</sup>  
beatriz.giraldo@upc.es

<sup>1</sup>Centre de Recerca en Enginyeria Biomèdica (CREB), Dep. ESAII,  
Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

<sup>2</sup>Unitat de Semicrítics, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona.

<sup>3</sup>Hospital Universitario de Getafe, Getafe, España.

## Resumen

Uno de los desafíos importantes en una unidad de cuidados intensivos, en pacientes asistidos mediante ventilación mecánica, es el proceso de desconexión del respirador, también denominado “weaning”. El presente trabajo presenta un estudio de las diferencias en la variabilidad del patrón respiratorio en pacientes sometidos a la prueba de tubo en T para la desconexión del respirador. Durante el proceso de “weaning” se han estudiado las diferencias en la señal respiratoria entre pacientes que pudieron mantener la respiración espontánea durante un tiempo y los pacientes que fracasaron en el intento del destete o “weaning”. El patrón respiratorio está caracterizado por las series temporales: tiempo de inspiración ( $T_I$ ), tiempo de expiración ( $T_E$ ), duración del ciclo respiratorio ( $T_{Tot}$ ), volumen circulante ( $V_T$ ), fracción inspiratoria ( $T_I/T_{Tot}$ ), flujo inspirado medio ( $V_T/T_I$ ) y la relación ( $f/V_T$ ), siendo  $f$  la frecuencia respiratoria. La variación de la actividad respiratoria ha sido descompuesta en una componente autorregresiva, una componente periódica y una componente de ruido blanco. Pacientes que no soportaron la prueba de tubo en T presentaron una tendencia a incrementar los valores correspondientes a la variabilidad bruta en las series  $V_T/T_I$  y  $f/V_T$ , y valores decrecientes para la serie  $T_I$ . Los coeficientes de autocorrelación presentaron valores con tendencia al incremento en las series  $T_I$ ,  $T_I/T_{Tot}$  y  $V_T/T_I$ . Tanto para pacientes con éxito en la prueba de tubo en T como para los pacientes que fracasaron en esta prueba, se ha obtenido un comportamiento aleatorio incorrelado que corresponde a más del 75% de la varianza de cada una de las componentes temporales, y entre el 50% y el 70% en las componentes relacionadas con  $V_T$ . La componente correlada ha representado entre el 6% y el 21% en las componentes temporales y entre 28% y 50% en componentes relacionadas con  $V_T$ .

**Palabras Clave:** Ventilación mecánica, método weaning, destete, variabilidad respiratoria, modelo respiratorio.

## 1 INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica es el tratamiento principal en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda y una de las técnicas más utilizadas en las unidades de cuidados intensivos. Son muchos los factores que influyen en el proceso de retirada de la ventilación mecánica. La facilidad de separar un paciente de un ventilador mecánico se relaciona de forma inversa con la duración de la ventilación mecánica. Tanto los modos de ventilación como los métodos utilizados para la desconexión de pacientes son motivos de diferentes estudios a nivel nacional y a nivel internacional [1,2]. Cuando es retirada la ventilación mecánica, hasta un 25% de pacientes necesitan ser conectados de nuevo a un ventilador. En la práctica clínica, uno de los métodos utilizados para el proceso de desconexión del respirador, también denominado weaning, es la prueba de tubo en T. Para este estudio la prueba de tubo en T se aplicó durante 30 minutos, período en el que los pacientes respiraban de forma espontánea a través de un tubo endotraqueal.

El modelo respiratorio que describe la función mecánica del sistema pulmonar puede ser caracterizado a partir de las siguientes series temporales: tiempo de inspiración ( $T_I$ ), tiempo de expiración ( $T_E$ ), duración del ciclo respiratorio ( $T_{Tot}$ ), volumen circulante ( $V_T$ ), fracción inspiratoria ( $T_I/T_{Tot}$ ), flujo inspirado medio ( $V_T/T_I$ ), frecuencia respiratoria ( $f$ ) y la relación ( $f/V_T$ ).

El sistema respiratorio está controlado por múltiples parámetros, que a su vez están relacionados con el sistema nervioso central así como con diversos estímulos a nivel químico que probablemente son determinantes en la variación ciclo a ciclo de la actividad respiratoria [3]. El estudio de la variabilidad del patrón respiratorio ha sido analizada en [4-6]. Diferentes estudios presentan evidencias del comportamiento no lineal del sistema respiratorio [7-9].

Una de las formas de estudiar el patrón respiratorio es mediante el fraccionamiento de su actividad variacional. Esta variabilidad se puede considerar compuesta por una parte fija y una parte variable. La parte correspondiente a la componente fija está determinada por los valores medios de las series respiratorias, mientras que la parte correspondiente a la componente variable la determina la magnitud de la desviación respecto al valor medio de las series respiratorias [10,11]. Esta variable, desviación respecto al valor medio, puede considerarse compuesta por una fracción no aleatoria y no correlada. La actividad variacional total puede separarse en fracción correlada, fracción oscilatoria, y fracción aleatoria [12].

Uno de los aspectos más importantes en una unidad de cuidados intensivos es el proceso de desconexión del paciente de la ventilación mecánica. El principal objetivo de este trabajo es el análisis de la variabilidad del patrón respiratorio en pacientes durante el proceso de *weaning*, para encontrar posibles diferencias entre los pacientes que pueden mantener la respiración de forma espontánea y los pacientes que fracasan en el intento de mantener la respiración de forma espontánea. Por tanto, se ha realizado un análisis de autocorrelación, un análisis de la potencia espectral y un análisis fraccional de la variabilidad del patrón respiratorio, para las series temporales  $T_I$ ,  $T_E$ ,  $T_{TOT}$ ,  $V_T$ ,  $T_I/T_{TOT}$ ,  $V_T/T_I$ ,  $f/V_T$ .

## 2 METODOLOGÍA

### Pacientes

En este estudio han participado 66 pacientes en proceso de *weaning*, que han estado durante un tiempo con ventilación mecánica asistida. Estos pacientes fueron estudiados en la Unidad de Semicríticos del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau y en el Hospital Universitario de Getafe, de acuerdo con el protocolo aprobado por el comité ético.

A todos los pacientes se les realizó la prueba de tubo en T durante 30 minutos. Luego estos pacientes fueron clasificados en dos grupos: los pacientes que superaron la prueba (C1) y los pacientes que no superaron la prueba de tubo en T (C2). Se consideró como no superada la prueba de tubo en T cuando los pacientes no podían mantener una respiración espontánea durante 30 minutos y era necesario que continuara conectado al ventilador mecánico. Cada uno de los grupos del estudio, C1 y C2 estaba formado por 33 pacientes.

### Medidas de la ventilación

Los registros correspondientes a las señales respiratorias de este estudio fueron adquiridos a partir de la señal de flujo mediante un neumatocógrafa. La

prueba de tubo en T es una prueba sencilla que consiste básicamente en desconectar al paciente del respirador y dejarlo respirar espontáneamente a través del tubo endotraqueal. Con los pacientes sometidos a esta prueba, se registró la señal de flujo respiratorio durante 30 minutos, con una frecuencia de muestreo de 250 Hz. Por cada señal registrada se obtuvieron las correspondientes series temporales: tiempo de inspiración ( $T_I$ ), tiempo de expiración ( $T_E$ ), duración del ciclo respiratorio ( $T_{TOT}$ ), volumen circulante ( $V_T$ ), fracción inspiratoria ( $T_I/T_{TOT}$ ), flujo inspirado medio ( $V_T/T_I$ ), frecuencia respiratoria ( $f$ ) y la relación ( $f/V_T$ ). La Figura 1 presenta a manera de ejemplo las series temporales tiempo de inspiración ( $T_I$ ), tiempo de expiración ( $T_E$ ) y duración del ciclo respiratorio ( $T_{TOT}$ ) para un paciente del grupo C1 y un paciente del grupo C2.

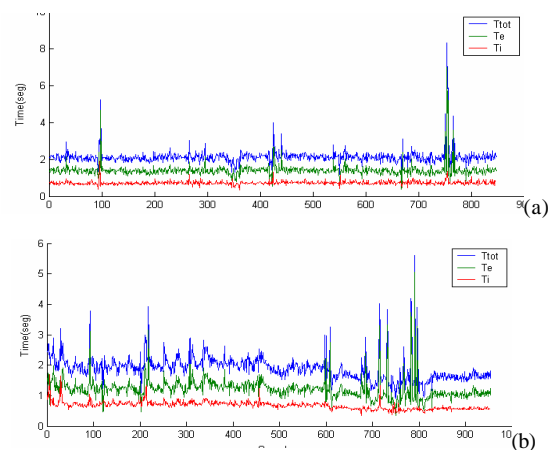


Figura 1: Representación gráfica de las series temporales: tiempo de inspiración ( $T_I$ ), tiempo de expiración ( $T_E$ ) y duración del ciclo respiratorio ( $T_{TOT}$ ), para un paciente del grupo C1, que superó la prueba de tubo en T (a) y un paciente del grupo C2 que no superó la prueba (b). Comparando los valores medios con los del paciente (b), el paciente (a) presenta valores más altos para  $T_I$  (0.72 a 0.67s),  $T_E$  (1.40 a 1.20s) y  $T_{TOT}$  (2.12 a 1.88s).

### Análisis de datos

Las fluctuaciones ciclo a ciclo de la señal respiratoria pueden ser analizadas a partir de su variabilidad bruta y del fraccionamiento de su variabilidad secundaria, descompuesta en una componente correlada, una componente oscilatoria y una componente de ruido blanco. Las magnitudes relativas a estas componentes se pueden obtener a partir de un análisis de autocorrelación y un análisis espectral.

**Variabilidad bruta.** Para cada paciente se ha calculado la desviación estándar para cada componente respiratoria.

**Análisis de autocorrelación.** El análisis de autocorrelación se ha utilizado para determinar la fracción de la variabilidad que está correlada. De esta

forma se puede extraer la actividad correlada que está oculta por el ruido aleatorio, dado que el análisis de autocorrelación permite determinar si existe estrecha relación entre una respiración y otra en un determinado intervalo de tiempo.

*Análisis de la potencia espectral.* El análisis de la potencia espectral se ha utilizado para medir la variabilidad de cada respiración ciclo a ciclo, en cada una de sus componentes. Este análisis puede detectar oscilaciones de baja frecuencia en las componentes respiratorias que no pueden determinarse mediante el análisis de autocorrelación.

*Análisis fraccional de la variabilidad respiratoria.* La actividad variacional de la señal respiratoria se ha descompuesto en una fracción autorregresiva, una fracción periódica y una fracción de ruido blanco. Esta actividad variacional ha sido modelada como una combinación de variaciones autorregresivas usando un modelo autorregresivo de primer orden (AR1), unas variaciones oscilatorias y una parte incorrelada de ruido blanco  $[w(n)]$  (ecuación 1),

$$x(n) = a_1 x(n-1) + \sum_{j=1}^p [b_{j1} \sin(2\pi f_j n) + b_{j2} \cos(2\pi f_j n)] + w(n) \quad (1)$$

donde  $x$  es la parte variable ventilatoria,  $n$  es el número de ciclo respiratorio,  $a_1$  es el coeficiente autorregresivo,  $p$  es el máximo número de picos significativos y  $f_j$  son las frecuencias de los picos significativos. Los coeficientes  $a_1$ ,  $b_{j1}$  y  $b_{j2}$  se calculan por el método de mínimos cuadrados.

La varianza secundaria correspondiente a las componentes autorregresivas y  $w(n)$ ,  $\sigma_{AR}^2$ , se ha calculado usando el error estándar de la estimación (SEE) (ecuación 2),

$$\sigma_{AR}^2 = (\text{SEE})^2 / (1 - a_1^2) \quad (2)$$

donde la varianza debida a  $w(n)$  se ha calculado como  $(\text{SEE})^2$ , mientras que la varianza causada por la fracción autorregresiva se corresponde con  $\sigma_{AR}^2 - (\text{SEE})^2$ . La varianza secundaria debida a las componentes oscilatorias se ha calculado como  $0.5[b_{j1}^2 + b_{j2}^2]$ . El análisis fraccional de la variabilidad respiratoria permite analizar la influencia de la prueba de tubo en T en el proceso de *weaning* en la composición de la actividad variacional total.

*Análisis estadístico.* Se ha realizado un análisis de varianza no paramétrico para muestras independientes (Mann – Whitney Test) para analizar estadísticamente los resultados obtenidos. Los resultados estadísticos son presentados como la media y su desviación estándar (*media ± SD*).

### 3 RESULTADOS

*Valores medios y variabilidad bruta de las componentes respiratorias.* Los resultados obtenidos han presentado una frecuencia media menor en el grupo C1 ( $24 \pm 7$  respiraciones /minuto) que en el grupo C2 ( $29 \pm 7$  respiraciones /minuto), con diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.002$ ). Todos los parámetros estudiados han presentado valores medios menores en el grupo C2 que en el grupo C1, y los parámetros que presentaron mayores diferencias fueron  $T_I$  ( $p = 0.01$ ),  $T_E$  ( $p = 0.003$ ) y  $T_{TOT}$  ( $p = 0.002$ ) (Figura 2 y Tabla I). Los otros parámetros no han presentado diferencias estadísticamente significativas en sus valores medios.

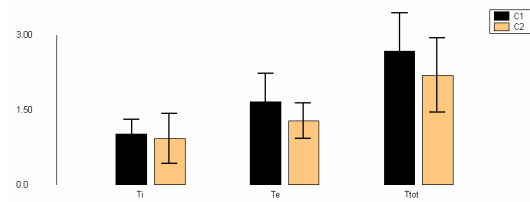


Figura 2: Valores medios de las series temporales: tiempo de inspiración ( $T_I$ ), tiempo de expiración ( $T_E$ ) y duración del ciclo respiratorio ( $T_{Tot}$ ) en pacientes del grupo C1 y pacientes del grupo C2.

En el estudio de la variabilidad bruta de cada componente respiratoria no se han obtenido diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, pero los pacientes del grupo C2 han presentado tendencia a valores altos para los parámetros  $V_T/T_I$  y  $f/V_T$  y valores bajos para el parámetro  $T_I$  (Tabla II).

TABLA I  
VALORES DE LAS COMPONENTES RESPIRATORIAS PARA PACIENTES DEL GRUPO C1 Y PACIENTES DEL GRUPO C2

	<i>Media ± SD</i>		<i>p - valor</i>
	<i>C1</i>	<i>C2</i>	
$T_I$ (s)	$1.01 \pm 0.28$	$0.90 \pm 0.5$	0.01
$T_E$ (s)	$1.64 \pm 0.56$	$1.27 \pm 0.35$	0.003
$T_{Tot}$ (s)	$2.65 \pm 0.76$	$2.18 \pm 0.74$	0.002

*Definición de abreviaciones:*  $T_I$  = tiempo de inspiración,  $T_E$  = tiempo de expiración,  $T_{Tot}$  = duración del ciclo respiratorio.

*Análisis de autocorrelación y análisis espectral.* La Figura 3 presenta el autocorrelograma para la serie temporal  $T_{Tot}$  correspondiente a los mismos pacientes de la Figura 1. Se han obtenido coeficientes de autocorrelación similares para cada una de las componentes respiratorias, en ambos grupos de pacientes. Los pacientes del grupo C2 han presentado

tendencia a tener valores más altos para los parámetros  $T_I$ ,  $T_I/T_{Tot}$  y  $V_T/T_I$ .

TABLA II  
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS COMPONENTES RESPIRATORIAS PARA LOS PACIENTES DEL GRUPO C1 Y PACIENTES DEL GRUPO C2

Parámetros	Media $\pm$ SD	
	C1	C2
$T_I$	0.34 $\pm$ 0.39	0.26 $\pm$ 0.22
$V_T/T_I$	161 $\pm$ 126	205 $\pm$ 203
$f/V_T$	0.040 $\pm$ 0.044	0.062 $\pm$ 0.086

Definición de abreviaciones:  $T_I$  = tiempo de inspiración,  $V_T/T_I$  = flujo inspirado medio,  $f/V_T$  = relación frecuencia volumen circulante.

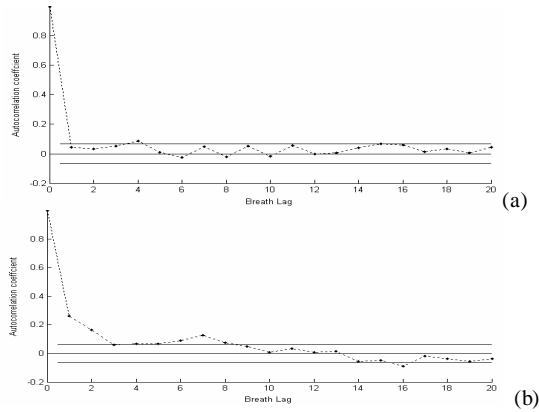


Figura 3: Autocorrelograma de la fracción inspiratoria ( $T_I/T_{Tot}$ ), en el mismo paciente presentado en la Figura 1, (a) grupo C1 y (b) grupo C2.

En el análisis espectral, los pacientes del grupo C2 han presentado tendencia a tener un bajo número de picos significativos para las series  $T_E$  y  $V_T/T_I$ , y un mayor número de picos para la serie  $V_T$ , siendo no significativa las diferencias para las otras series. Así mismo, la frecuencia de los picos significativos ha presentado tendencia a valores bajos en el grupo C2 para  $T_I$ ,  $T_E$  y  $V_T$ , y tendencia a valores más altos para las series  $T_{Tot}$  y  $V_T/T_I$ , mientras que no se ha presentado efecto en la frecuencia de los picos significativos para  $T_I/T_{Tot}$  y  $f/V_T$  (Tabla III).

*Fraccionamiento de la actividad variacional respiratoria.* La Figura 4 presenta el fraccionamiento de la serie temporal  $T_{Tot}$  de los mismos pacientes de la Figura 1. La Tabla IV presenta las fracciones de la actividad variacional secundaria correspondiente a la fracción oscilatoria, y el comportamiento correlado e incorrelado para cada componente respiratoria. En cuanto a la fracción oscilatoria, los valores correspondientes al grupo C2 han presentado

tendencia a ser más bajos para las series  $T_I$ ,  $T_E$ ,  $V_T$  y  $f/V_T$ , que los valores del grupo C1 en las mismas series, y más altos para la serie  $T_I/T_{Tot}$ . Así mismo, en el grupo C2 la fracción correlada tiende a ser más alta para  $T_I/T_{Tot}$  y  $V_T/T_I$ , mientras que la parte aleatoria tiende a ser más baja para  $V_T/T_I$ , en comparación con la serie C1.

TABLA III  
CARACTERÍSTICAS ESPECTRALES DE LAS OSCILACIONES SIGNIFICATIVAS PARA PACIENTES DEL GRUPO C1 Y PACIENTES DEL GRUPO C2

	Pacientes que presentaron picos significativos (n)		Frecuencia (ciclos/respiración)	
	C1	C2	C1	C2
$T_I$	15	13	0.047 $\pm$ 0.039	0.026 $\pm$ 0.014
$T_E$	23	13	0.057 $\pm$ 0.085	0.046 $\pm$ 0.042
$T_{Tot}$	20	18	0.039 $\pm$ 0.033	0.046 $\pm$ 0.04
$V_T$	13	16	0.055 $\pm$ 0.042	0.033 $\pm$ 0.025
$T_I/T_{Tot}$	13	13	0.05 $\pm$ 0.037	0.052 $\pm$ 0.044
$V_T/T_I$	18	14	0.042 $\pm$ 0.028	0.049 $\pm$ 0.037
$f/V_T$	12	12	0.030 $\pm$ 0.026	0.031 $\pm$ 0.025

Definición de abreviaciones:  $T_I$  = tiempo de inspiración,  $T_E$  = tiempo de expiración,  $T_{Tot}$  = duración del ciclo respiratorio,  $V_T$  = volumen circulante,  $T_I/T_{Tot}$  = fracción inspiratoria,  $V_T/T_I$  = flujo inspirado medio,  $f/V_T$  = relación frecuencia volumen circulante.

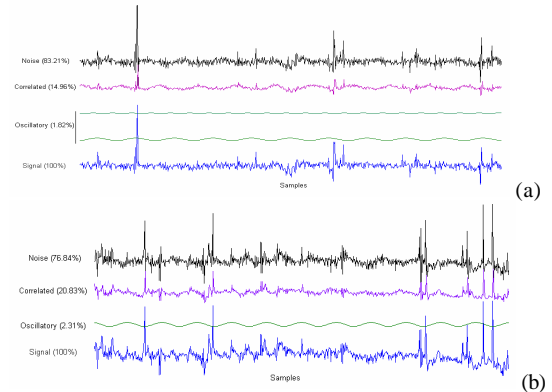


Figura 4: Fraccionamiento de la serie temporal  $T_{Tot}$  en: (a) paciente grupo C1: parte oscilatoria 1.82 %, parte correlada 14.96% y parte incorrelada de ruido blanco 83.21%. (b) paciente grupo C2: parte oscilatoria 2.31%, parte correlada 20.83% y parte incorrelada de ruido blanco 76.84 %.

La parte no correlada aleatoria para ambos grupos C1 y C2 ha constituido más del 75% de la varianza de cada una de las componentes  $T_I$ ,  $T_E$ ,  $T_{Tot}$  y  $T_I/T_{Tot}$ , y entre el 50% y el 70% para las componentes  $V_T$ ,  $V_T/T_I$  y  $f/V_T$ . El comportamiento de la parte correlada ha representado entre un 6% y un 21% en las componentes temporales y entre el 28% y 50% para las componentes relacionadas con  $V_T$ . El comportamiento de la parte oscilatoria ha representado menos del 1% en todas las componentes respiratorias.

TABLA IV  
ANÁLISIS FRACCIONAL DE LA ACTIVIDAD VARIACIONAL DE  
LAS COMPONENTES RESPIRATORIAS PARA PACIENTES DEL  
GRUPO C1 Y PACIENTES DEL GRUPO C2

	Pacientes Grupo C1			Pacientes Grupo C2		
	Oscil. Frac.	Correl. Frac.	Ruido Frac.	Oscil. Frac.	Correl. Frac.	Ruido Frac.
<b>T<sub>I</sub></b>						
Media	0.39	11.63	87.97	0.19	11.65	88.14
±SD	±0.57	±17.52	±11.59	±0.33	±14.47	±14.47
<b>T<sub>E</sub></b>						
Media	0.67	14.43	84.88	0.41	15.16	84.41
±SD	±0.90	±17.88	±17.87	±0.68	±16.11	±16.26
<b>T<sub>Tot</sub></b>						
Media	0.59	15.91	83.49	0.50	16.84	82.65
±SD	±0.73	±19.52	±19.73	±0.70	±18.01	±18.21
<b>T<sub>I</sub>/T<sub>Tot</sub></b>						
Media	0.15	6.14	93.70	0.25	8.43	91.31
±SD	±0.26	±11.41	±11.36	±0.53	±14.85	±14.90
<b>V<sub>T</sub></b>						
Media	0.51	30.74	68.73	0.43	36.00	63.55
±SD	±0.88	±23.32	±23.23	±0.73	±21.49	±21.66
<b>V<sub>T</sub>/T<sub>I</sub></b>						
Media	0.35	38.88	60.75	0.35	49.74	49.89
±SD	±0.58	±26.27	±26.32	±0.64	±25.67	±25.71
<b>f/V<sub>T</sub></b>						
Media	0.61	28.82	70.56	0.38	33.09	66.52
±SD	±0.92	±20.13	±20.35	±0.73	±25.55	±23.77

La Figura 5 representa el comportamiento de la fracción oscilatoria y la fracción correlada para cada una de las componentes respiratorias, en ambos grupos C1 y C2. En el grupo C2, los pacientes que fracasaron en la prueba de desconexión, han presentado valores con tendencia a decrecer en la fracción oscilatoria, para las series T<sub>I</sub>, T<sub>E</sub>, f/V<sub>T</sub> y V<sub>T</sub>, y tendencia a incrementar para la serie T<sub>I</sub>/T<sub>Tot</sub>. Igualmente, para el grupo C2 la fracción correlada ha presentado tendencia a valores más altos para T<sub>I</sub>/T<sub>Tot</sub> y V<sub>T</sub>/T<sub>I</sub> que en el grupo C1.

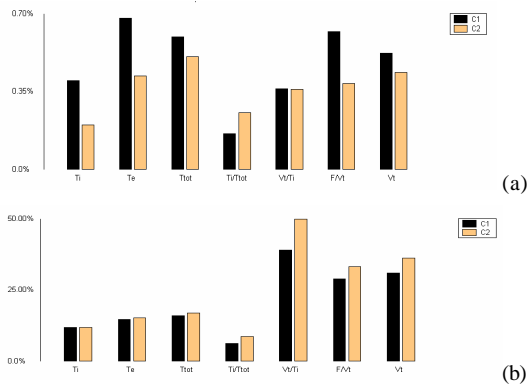


Figura 5: Comportamiento de la actividad variacional de las componentes respiratorias debidas a (a) la fracción oscilatoria y (b) la fracción correlada en los pacientes del grupo C1 y pacientes del grupo C2.

## 4 DISCUSIÓN

Los pacientes que fracasaron en la prueba de tubo en T presentaron valores bajos para las series T<sub>I</sub>, T<sub>E</sub> y

T<sub>Tot</sub> respecto a los pacientes que si superaron la prueba de respiración espontánea. La dispersión de los valores para los pacientes en el grupo C2 ha presentado una tendencia de valores altos en la variabilidad bruta para las series V<sub>T</sub>/T<sub>I</sub> y f/V<sub>T</sub> y valores bajos para la serie T<sub>I</sub>. Igualmente los valores de los coeficientes de autocorrelación en del grupo C2 han sido más altos para las series T<sub>I</sub>, T<sub>I</sub>/T<sub>Tot</sub> y V<sub>T</sub>/T<sub>I</sub> que los valores del grupo C1. En cuanto al comportamiento oscilatorio de las componentes respiratorias, en el grupo C2, el número de picos significativos ha presentado tendencia a ser bajo para las series T<sub>E</sub> y V<sub>T</sub>/T<sub>I</sub>, y alto para las series de valores V<sub>T</sub>. En el mismo grupo C2, la frecuencia de los picos significativos ha presentado tendencia a valores bajos para las series T<sub>I</sub>, T<sub>E</sub> y V<sub>T</sub>, y valores altos para T<sub>Tot</sub> y V<sub>T</sub>/T<sub>I</sub>. En ambos grupos de pacientes la parte no correlada aleatoria ha constituido más del 75% de la varianza para cada componente respiratoria en los parámetros temporales T<sub>I</sub>, T<sub>E</sub>, T<sub>Tot</sub> y T<sub>I</sub>/T<sub>Tot</sub>, mientras que para las componentes relacionadas con V<sub>T</sub>, V<sub>T</sub>/T<sub>I</sub> y f/V<sub>T</sub> ha sido del 50% al 70%. El comportamiento de la componente correlada ha representado entre el 6% y el 21% en las componentes temporales y entre el 28% y el 50% para las componentes relacionadas con V<sub>T</sub>. La variación de la actividad respiratoria secundaria debida al comportamiento oscilatorio ha representado menos del 1%.

## 5 CONCLUSIÓN

El análisis fraccional de la variabilidad respiratoria ha sido utilizado para determinar la influencia de la prueba de tubo en T en el proceso de *weaning*, en la variabilidad del patrón respiratorio. La actividad variacional del sistema respiratorio se ha descompuesto en una fracción autorregresiva, una fracción periódica y una fracción de ruido blanco. Se han obtenido cambios significativos en los valores medios de las series T<sub>I</sub>, T<sub>E</sub> y T<sub>Tot</sub> entre los pacientes que superaron la prueba de tubo en T y los pacientes que fracasaron en esta prueba. Se han obtenido importantes tendencias en el comportamiento de las diferentes componentes respiratorias para el fraccionamiento oscilatorio, la fracción correlada y la fracción no correlada aleatoria. De acuerdo con estos resultados, el fraccionamiento de la actividad variacional puede ayudar al análisis del estudio de la variabilidad del patrón respiratorio durante la prueba de tubo en T.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por las ayudas CICYT (TIC2001-2167-C02-01) y FIS (02/0376).

## Referencias

- [1] Tobin, M.J., (2001). "Advances in mechanical ventilation", *N. Engl. J. Med.*, Vol. 344, N. 26, pp. 1986-1996, 2001.
- [2] Frutos, F.I. Alía, M.R. Lorenzo, J. García Pardo, M. Nolla, J. Ibáñez, J.P. Tirapu, S. Macías, J. Blanco, S. Benito, A. Anzueto, A. Esteban, (2003). "Utilización de la ventilación mecánica en 72 unidades de cuidados intensivos en España", *Med. Intensiva*, v27(1), pp. 1 – 12.
- [3] Benchetrit, G., (2000). "Breathing pattern in humans: diversity and individuality", *Respiration Physiology*, 122, pp. 123-129.
- [4] Tobin, M.J., M.J. Mador, S.M. Guenter, R.F. Lodato, M.A. Sackner, (1988). "Variability of resting respiratory center drive and timing in healthy subjects", *J. Appl. Physiol.*, 65, pp. 309-317.
- [5] E.N. Bruce, "Measures of respiratory pattern variability", in *Bioengineering approaches to pulmonary physiology and medicine*, Plenum Press, pp. 149–160, 1996.
- [6] Khoo, M.C., (2000). "Determinants of ventilatory instability and variability", *Respiratory physiology*, 122, pp. 167–182.
- [7] Small, M., K. Judd, M. Lowe, S. Stick, (1999). "Is breathing in infants chaotic? Dimension estimates for respiratory patterns during quiet sleep", *J. Appl. Physiol.*, 86, pp. 359-376.
- [8] Caminal, P., L. Domingo, B.F. Giraldo, M. Vallverdú, S. Benito, G. Vázquez, D. Kaplan, (2004). "Variability analysis of the respiratory volume based on nonlinear prediction methods", *Medical & Biological Engineering & Computing*, 42, pp. 86–91.
- [9] Caminal, P., J. Mateu, M. Vallverdú, B. Giraldo, S. Benito, A. Voss, (2004). "Estimating the respiratory pattern variability by symbolic dynamics", *Methods Inf. Med.*, 43, pp. 22-25.
- [10] Jubran, A., B.J.B. Grant, M.J. Tobin, (1997). "Effect of hiperoxic hypercapnia on variational activity of breathing", *Am J Respir Crit Care Med*, vol. 156, pp. 1129 – 1139.
- [11] Jubran, A., M.J. Tobin, (2000). "Effect of isocapnic hypoxia on variational activity of breathing", *Am J Respir Crit Care Med*, vol. 162, pp. 1202 – 1209.
- [12] Modarreszadeh, M., E.N. Bruce, B. Gothe, (1990). "Nonrandom variability in respiratory cycle parameters of humans during stage 2 sleep", *J Appl. Physiol.*, vol. 69, pp. 630 – 639.