

Comparación de las componentes frecuenciales de la señal ventilatoria obtenida mediante tomografía por impedancia eléctrica con los parámetros de función pulmonar en un grupo de pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

Ana Estrella Quintas Vergara 1, Pere Joan Riu Costa 2, Pere Casan Clarà 3, Francisco Miguel Vargas Luna 1,
José Marco Balleza Ordaz 1

1 Departamento de Ingeniería Física, División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, Campus León.

2 Departamento de Ingeniería Electrónica e Instrumentación Biomédica, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España.

3 Departamento de Medicina, Universidad de Oviedo, Asturias, España

Resumen

La tomografía por impedancia eléctrica (TIE) es una técnica no invasiva, económica y libre de radiaciones. Con base a lo anterior, el presente trabajo abre una ventana al uso clínico de esta técnica para obtener las componentes frecuenciales de la señal ventilatoria con los parámetros de función pulmonar en personas con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). El objetivo del siguiente trabajo es comparar las componentes frecuenciales de la señal de ventilación pulmonar obtenida con TIE con los parámetros de diagnósticos de las pruebas de función pulmonar (FP). Los cambios de impedancia se obtuvieron con el sistema de tomografía TIE4sys, desarrollado por el departamento de Ingeniería Electrónica e Instrumentación Biomédica de la Universidad Politècnica de Catalunya. Las pruebas de FP que se analizaron fueron: 1) espirometría: FVC, FEV1, FEV1/FVC; 2) volúmenes estáticos: RV y TLC; 3) difusión de CO: DLCO, DLAdj y DLVA; 4) gases arteriales: PO₂ y PCO₂ en 13 pacientes con EPOC, realizándose dos ejercicios respiratorios por paciente. Del análisis de la señal ventilatoria obtenida por TIE se encontraron tres rangos frecuenciales significativos: R1: 2 a 7 Hz, R2: 8 a 14 Hz y R3: 16 a 19 Hz. Los resultados obtenidos muestran que la capacidad pulmonar total (TLC), y los tres parámetros de la difusión de CO evidencian una correlación significativa con las componentes frecuenciales en R3. Por lo tanto, podemos concluir que es posible describir el estado del intercambio gaseoso del parénquima pulmonar.

1. Introducción

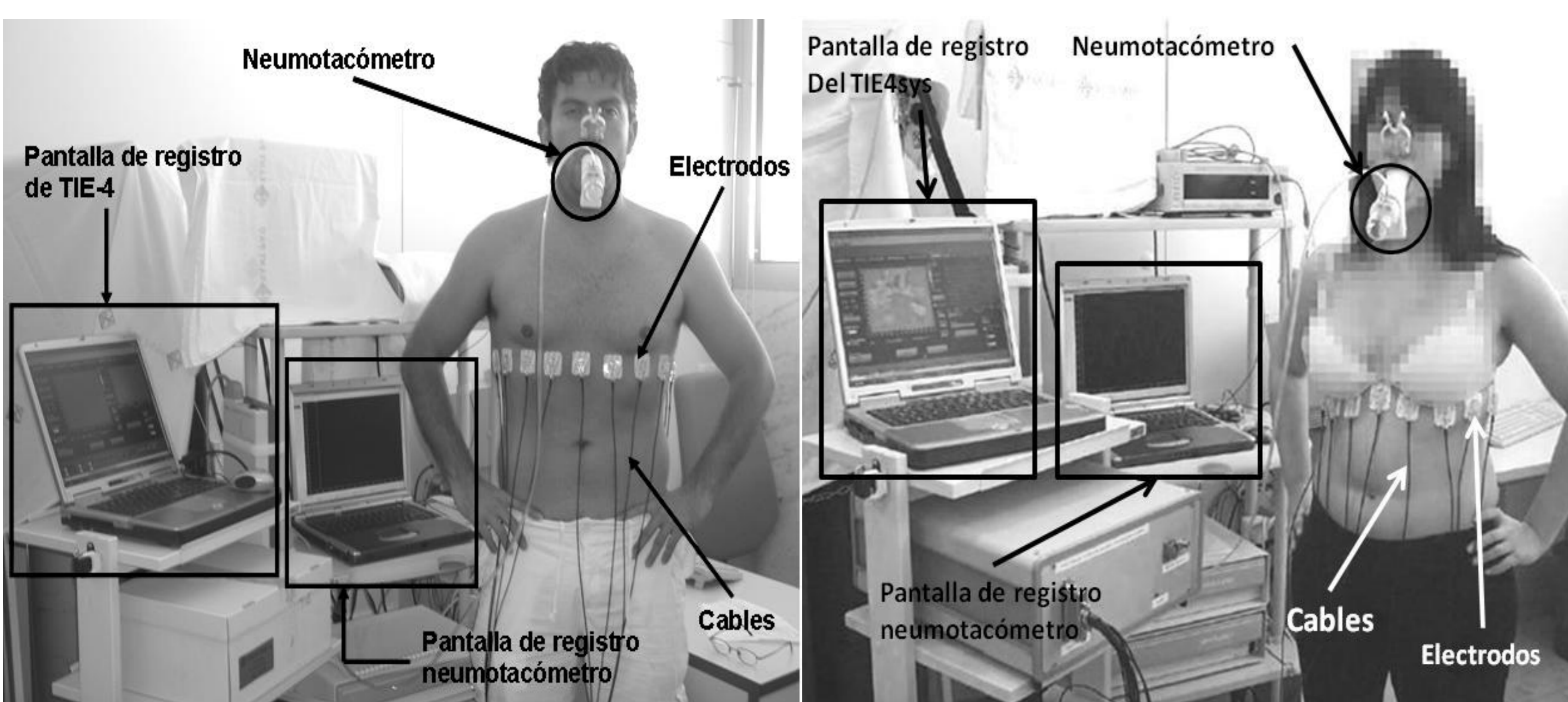
La tomografía por impedancia eléctrica (TIE) es una técnica no invasiva para generar imágenes de conductividad del tórax para evaluar la función pulmonar (FP), mediante un arreglo de 16 electrodos, colocados alrededor del sexto espacio intercostal. En este estudio, nuestro grupo propone el análisis de la TIE mediante la transformada rápida de Fourier (FFT) para evaluar la FP en un grupo de pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC).

2. Objetivo

Comparar las componentes frecuenciales de la señal de ventilación pulmonar obtenida con TIE con los parámetros de diagnósticos de las pruebas de FP.

3. Materiales y métodos

- a) **Materiales.** 1) Impedancia: sistema de tomografía TIE4sys. 2) Electrodo AMBIDERM® Ag/AgCl 3) Neumotacómetro BIOPAC® TSD117.
b) **Procedimiento.**



A cada voluntario se le colocaron 16 electrodos alrededor del tórax, así como el neumotacómetro y el equipo de TIE4sys de manera simultánea. Se registró numérica y gráficamente las determinaciones del volumen circulante durante períodos de 30 segundos y con un descanso entre medidas de 3 minutos. El total de ciclos respiratorios analizados en cada individuo osciló entre 20 y 25.

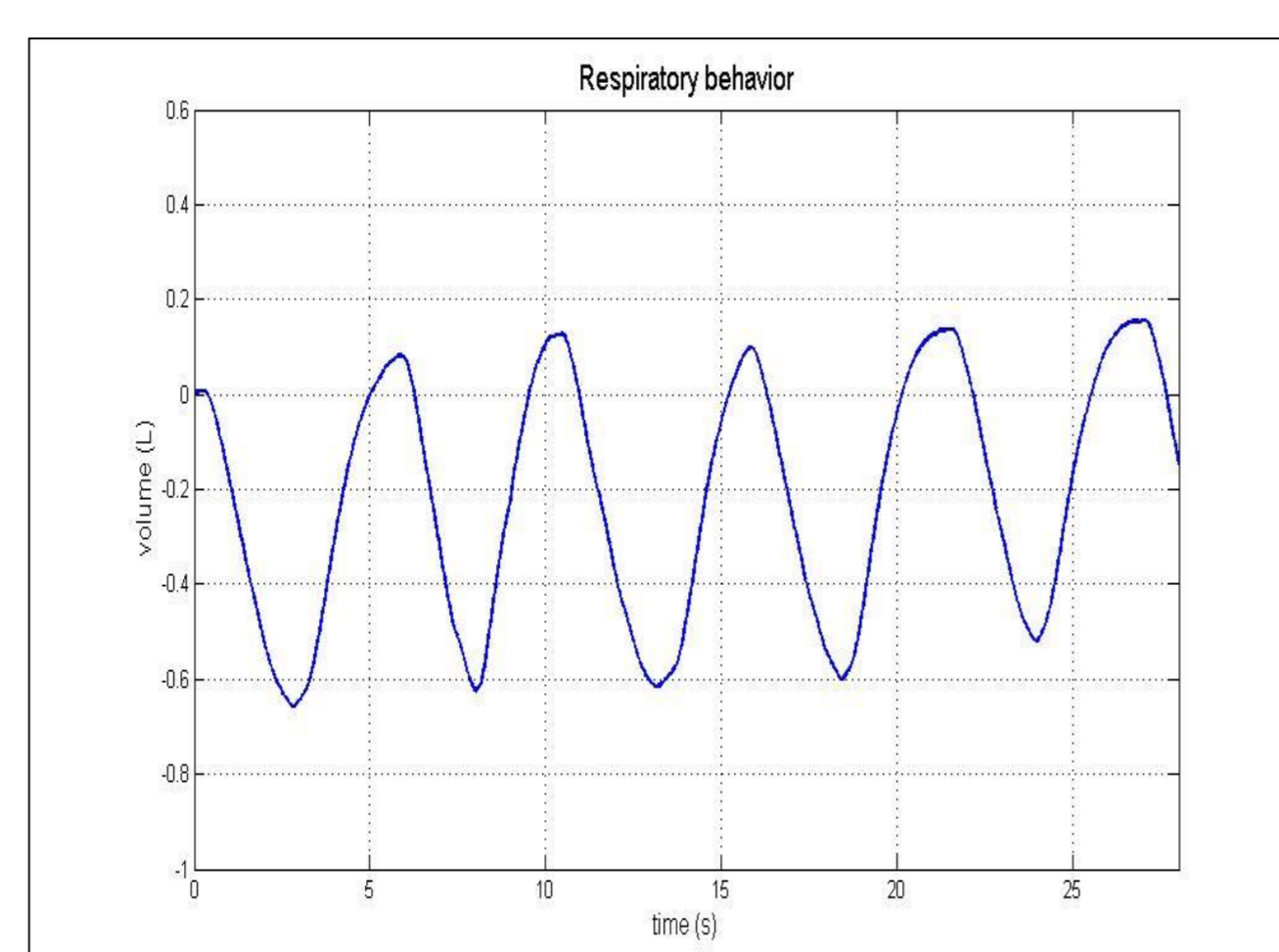
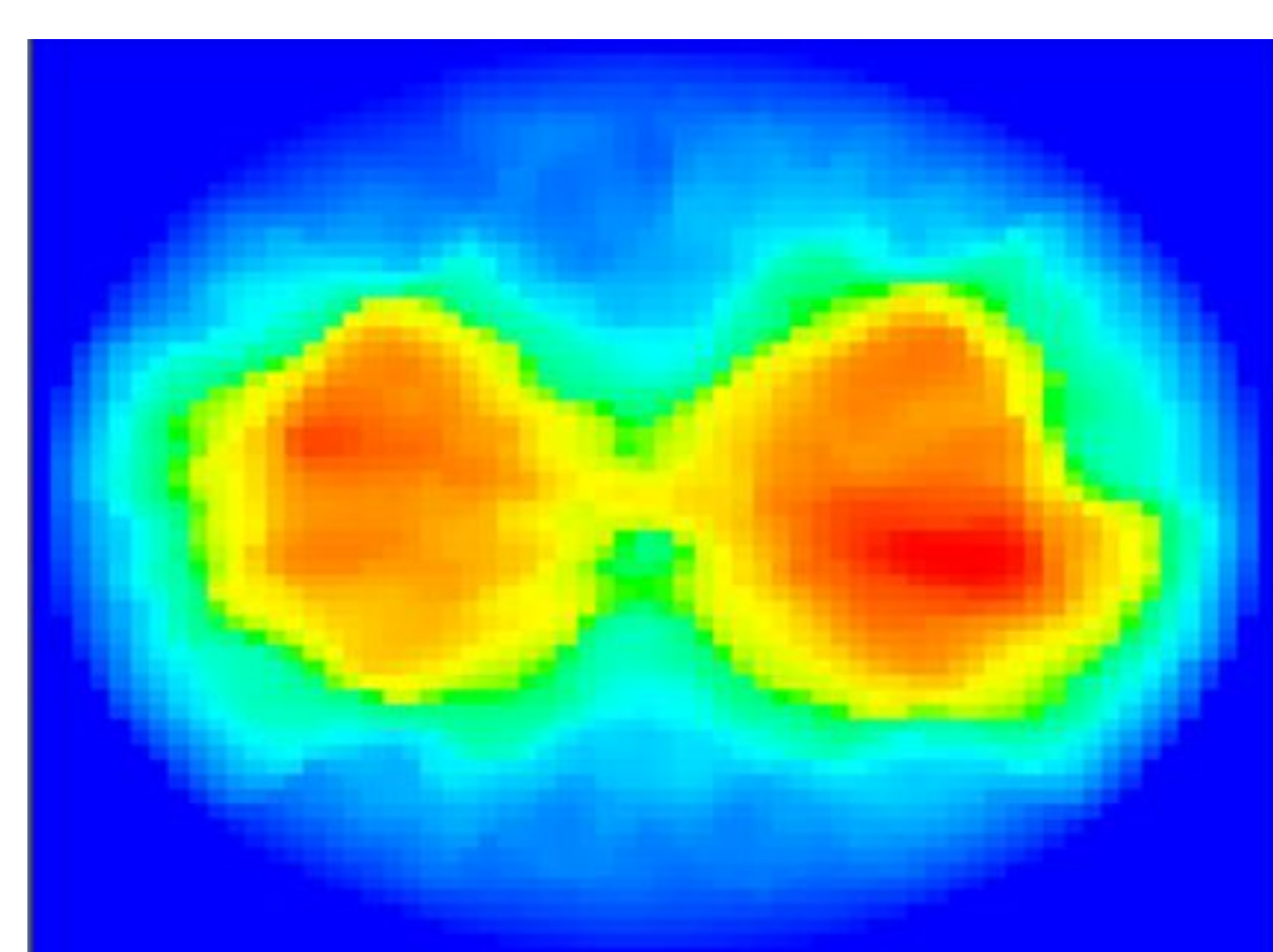


Figura 1: Obtención de imágenes TIE y señal IIT

Las pruebas de FP que se analizaron fueron: 1) espirometría: FVC, FEV1, FEV1/FVC; 2) volúmenes estáticos: RV y TLC; 3) difusión de CO: DLCO, DLAdj y DLVA; 4) gases arteriales: PO₂ y PCO₂. Estas se realizaron en el laboratorio de FP del Hospital de Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, España en 13 pacientes con EPOC, realizándose dos ejercicios respiratorios por paciente. Las componentes frecuenciales de la señal de ventilación pulmonar obtenida con TIE se compararon con los parámetros antes mencionados.

3. Resultados

Rangos	Valor Mínimo (Hz)	Valor Máximo (Hz)
R1	2	7.27
R2	8	14
R3	15.5	18.5

Del análisis de la señal ventilatoria obtenida por TIE se encontraron los tres rangos frecuenciales significativos que se observan en la tabla anterior. Los resultados obtenidos muestran que la capacidad pulmonar total (TLC), y los tres parámetros de la difusión de CO evidencian una correlación significativa con las componentes frecuenciales en R3.

4. Conclusión

Los parámetros que describen la difusión de CO y el TLC pueden ser identificados en el rango R3, por lo que es posible describir el estado del intercambio gaseoso del parénquima pulmonar.

REFERENCIAS

- [1] Anton D., Balleza M., Fornos J., Kos B., Casan P., Riu P. J. (2007). A compact EIT system for ventilation monitoring in COPD patients. *IFMBE Proceedings*, 17: 564-567.
- [2] Cerón, R. A. E. (2015). Monitorización de la ventilación pulmonar mediante impedancia bioeléctrica (IB) usando 3 diferentes configuraciones de electrodos.
- [3] Frerichs I., Pullett S., Elke G., Reifferscheid F., Schädler D., Scholz J., Weiler N. (2009). Assessment of changes in distribution of lung perfusion by electrical impedance tomography. *Respiration*, 77:282-291.
- [4] Giovinazzo Giuseppe (2011) Transoesophageal bioimpedance analysis for the detection of graft rejection after cardiac transplantation. Universitat Politècnica de Catalunya. Tesis Doctoral.
- [5] Meier T, Luepschen H, Karsten J, Leibecke T, Großherr M, Gehring H and Leonhardt S. (2008) Assessment of regional lung recruitment and derecruitment during a PEEP trial based on electrical impedance tomography. *Intensive Care Medicine*, 34(3): 543-550.
- [6] Ordaz, J. M. B. (2012). *Monitorización del patrón ventilatorio (PV) mediante tomografía por impedancia eléctrica (TIE) en paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)*(Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)).
- [7] Sanchez B., Schoukens, J., Bragos R., Vandersteen G. (2011a) Novel estimation of the Electrical Bioimpedance using the local polynomial method. Application to in-vivo real-time myocardium tissue impedance characterization during the cardiac cycle. *IEEE Transaction on Biomedical Engineering* 58(12): 3376 – 3385.
- [8] Sanchez B., Vandersteen G., Bragos R. and Schoukens J. (2011b) Optimal multisine excitation design for broadband electrical impedance spectroscopy. *Meas. Sci. Technol.* 22:11 pp.
- [9] Sala Llinas E., Agustí García-Navarro A. (2007). EPOC. En P. Casan Clarà, F. García Rio y J. Gea Guiral (Comp), Fisiología y biología respiratorias (pp 389-416) Madrid: SEPAR.