



Original

Medición del patrón ventilatorio mediante tomografía por impedancia eléctrica en pacientes con EPOC

Marco Balleza^{a,b,*}, Núria Calaf^a, Teresa Feixas^a, Mercedes González^a, Daniel Antón^b, Pere J. Riu^b y Pere Casan^a

^a Unitat de Funció Pulmonar, Departament de Pneumologia, Hospital de la Santa Creu i de Sant Pau, Facultat de Medicina, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

^b Departament d'Enginyeria Electrònica, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 3 de septiembre de 2008

Aceptado el 28 de enero de 2009

On-line el 3 de junio de 2009

Palabras clave:

Tomografía por impedancia eléctrica (TIE)

Patrón ventilatorio

Neumotacómetro

Calibración

RESUMEN

Introducción: La medición del patrón ventilatorio (PV) en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) mediante tomografía por impedancia eléctrica (TIE) requiere disponer de un modelo matemático de calibración que tenga en cuenta no sólo las características antropométricas (ya evaluadas en la persona sana), sino probablemente también las alteraciones funcionales propias de la enfermedad. El objetivo del presente estudio ha sido relacionar, en un grupo de pacientes (varones) con EPOC, las variables de la función pulmonar —espirometría, volúmenes estáticos, transferencia de monóxido de carbono (CO)— con las determinaciones de TIE y obtener una ecuación de calibración que permita convertir la señal eléctrica de la TIE en una señal de volumen.

Material y métodos: Se estudió a 28 pacientes —volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁)/capacidad vital forzada (FVC) < 70%— con un equipo TIE-4 previamente validado y se compararon los resultados con los de un neumotacómetro estándar. Previamente se determinaron los siguientes parámetros: FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, volumen residual, capacidad pulmonar total, capacidad de difusión de CO y coeficiente de transferencia de CO (KCO), además de las variables antropométricas habituales.

Resultados: Los valores medios ($\pm$ desviación estándar) de las diferentes pruebas funcionales fueron: FVC del $72 \pm 16\%$; FEV₁ del $43 \pm 14\%$; FEV₁/FVC del $42 \pm 9\%$; volumen residual del $161 \pm 44\%$; capacidad pulmonar total del $112 \pm 17\%$; capacidad de difusión de CO del $58 \pm 17\%$, y KCO del $76 \pm 25\%$. Los valores medios de volumen circulante de las determinaciones obtenidas con el neumotacómetro y la TIE fueron de $0,697 \pm 0,181$ y $0,515 \pm 0,223$ l, respectivamente ($p < 0,001$). Se encontraron relaciones significativas entre las medidas de la TIE y la transferencia de CO. El modelo matemático para ajustar las diferencias entre ambas determinaciones ($R^2 = 0,568$; $p < 0,001$) fue: factor de compensación = $1,81 - 0,82 \times$ talla (m) $- 0,004 \times$ KCO (%).

Conclusiones: La medición del PV mediante un equipo de TIE en pacientes con EPOC requiere una calibración previa que tenga en cuenta no sólo las características físicas de cada individuo, sino además la situación funcional del área de intercambio gaseoso.

© 2008 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Measuring Breathing Pattern in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease by Electrical Impedance Tomography

ABSTRACT

Keywords:

Electrical impedance tomography (EIT)

Breathing pattern

Pneumotachometer

Calibration

Background and Objective: The measurement of breathing pattern in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) by electrical impedance tomography (EIT) requires the use of a mathematical calibration model incorporating not only anthropometric characteristics (previously evaluated in healthy individuals) but probably functional alterations associated with COPD as well. The aim of this study was to analyze the association between EIT measurements and spirometry parameters, static lung volumes, and carbon monoxide diffusing capacity (DLCO) in a group of male patients to develop a calibration equation for converting EIT signals into volume signals.

Materials and Methods: We measured forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 second (FEV₁), FEV₁/FVC, residual volume, total lung capacity, DLCO, carbon monoxide transfer coefficient (KCO) and standard anthropometric parameters in 28 patients with a FEV₁/FVC ratio of < 70%. We then compared tidal volume measurements from a previously validated EIT unit and a standard pneumotachometer.

Results: The mean (SD) lung function results were FVC, 72 (16%); FEV₁, 43% (14%); FEV₁/FVC, 42% (9%); residual volume, 161% (44%); total lung capacity, 112% (17%); DLCO, 58% (17%); and KCO, 75% (25%). Mean

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: jballeza@santpau.cat, mabaor@hotmail.com (M. Balleza).

(SD) tidal volumes measured by the pneumotachometer and the EIT unit were 0.697 (0.181)L and 0.515 (0.223)L, respectively ($P<.001$). Significant associations were found between EIT measurements and CO transfer parameters. The mathematical model developed to adjust for the differences between the 2 measurements ($R^2 = 0.568$; $P<.001$) was compensation factor = $1.81\# - 0.82\# \times \text{height (m)}\# - 0.004 \times \text{KCO (\%)}$.

Conclusions: The measurement of breathing pattern by EIT in patients with COPD requires the use of a previously calculated calibration equation that incorporates not only individual anthropometric characteristics but gas exchange parameters as well.

© 2008 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La medición, y especialmente el seguimiento, del patrón ventilatorio (PV) durante largos períodos de tiempo es una cuestión aún no suficientemente resuelta en neumología. Los métodos de referencia (neumotacómetro), al necesitar una boquilla o una mascarilla, modifican la forma de respirar. Los métodos alternativos, en especial la pletismografía por bandas inductivas, se han abandonado casi por completo debido a los problemas de calibración, que resultaban muchas veces insoslayables¹. Otra posibilidad, propuesta recientemente, consiste en un sistema de transmisión de vibraciones respiratorias, aunque no se ha estudiado bien para este uso². En el ámbito de la neumología, se han comprobado las aplicaciones de la tomografía por impedancia eléctrica (TIE) en la determinación de la función pulmonar unilateral^{3–5} y, más recientemente, también en la medición del PV en individuos sanos. No obstante, el principal problema radica también en el sistema de calibración del equipo.

La TIE transforma la señal inicial de impedancia eléctrica en una serie de imágenes torácicas que posteriormente deben, a su vez, traducirse en una señal de volumen⁶. Todo esto obliga a realizar transformaciones matemáticas que tengan en cuenta las principales variables antropométricas del individuo. Nuestros estudios en población sana han determinado que estas variables son: el sexo (la calibración resulta más difícil en el sexo femenino), los pliegues cutáneos (anterior, lateral, posterior y subescapular) y el perímetro torácico (diferente distribución de la grasa y existencia de glándulas mamarias)⁷.

Igual que ocurre con la diferente configuración externa del tórax en cada individuo, las primeras observaciones realizadas en pacientes con enfermedades respiratorias nos permitieron apreciar la dificultad añadida de calibrar el equipo de TIE en estas personas. La existencia de mayor o menor atrapamiento aéreo, así como la diferente superficie de intercambio gaseoso, podía modificar la transmisión eléctrica. Así pues, si queríamos utilizar la TIE para medir el PV (volumen circulante) en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), debíamos tener en cuenta estas circunstancias internas, además de las ya conocidas del exterior del tórax.

Nuestro objetivo ha sido analizar la relación entre las diferentes variables de la función pulmonar y las determinaciones de impedancia eléctrica, con la finalidad última de encontrar un modelo matemático de calibración que, añadido al ya conocido de la configuración torácica externa, pudiera permitir en un futuro utilizar la TIE para medir y seguir el PV en varones con EPOC.

Material y métodos

Equipo de tomografía por impedancia eléctrica (TIE-4)

El equipo TIE-4 es la cuarta versión de un prototipo diseñado por el Departamento de Electrónica de la Universitat Politècnica de Catalunya. Permite registrar señales de volumen-tiempo a partir de una secuencia de imágenes obtenidas a través de 16

electrodos (Red Dot 2560 de 3 M, London, Ontario, Canadá) colocados alrededor del tórax.

Las imágenes se adquieren a partir de la inyección de una corriente de 1 mA a una frecuencia de 48 kHz a través de los 16 electrodos colocados en el tórax del individuo, la cual es conducida a un par de multiplexores que posteriormente la inyectarán al individuo mediante otro par de electrodos. El resto de electrodos mide secuencialmente la tensión que se genera en la superficie del tórax, con ayuda de un sistema de detección. Una vez que se han realizado las medidas para ese par inyector, se trasladan los puntos de inyección y detección de forma adyacente, y comienza un nuevo ciclo de medida⁸. El procedimiento se repite hasta haber utilizado todos los electrodos en su modalidad inyector y detector. El equipo ha sido probado y se utiliza para otros registros en el Laboratorio de Función Pulmonar^{3,9}.

Mediante el procedimiento descrito se obtiene una matriz de transconductancias superficiales, que se convierten en variaciones regionales de conductividad en el interior del cuerpo mediante un algoritmo de reconstrucción adecuado. Finalmente debe individualizarse la escala de valores de impedancia, ya que es función, además, como decíamos, de las características físicas de cada persona. El valor que corresponde a la estimación del volumen circulante para varones sanos se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\text{Varón}} = (\Delta IC) / (2908 - 13,2 \times W(\text{kg}) - 31,7 \times SS_Sk(\text{mm}))$$

Donde ΔIC es el valor de la suma de las variaciones de conductividad en toda la región estudiada, W es el peso y SS_Sk es el pliegue subescapular.

Voluntarios

Se estudió a 28 varones consecutivos, diagnosticados previamente de EPOC —volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV_1)/capacidad vital forzada (FVC) < 70%—, que acudían al laboratorio para el estudio de su función pulmonar. Las exploraciones se realizaron siempre en el mismo período de tiempo (de 9 a 12 h de la mañana), en una habitación tranquila, con una temperatura ambiente de 25 °C, un 60% de humedad y a nivel del mar. Todos ellos aceptaron participar voluntariamente en el estudio, que había aprobado previamente el Comité de Ética del centro.

Procedimiento

Los 2 equipos (neumotacómetro y TIE-4) se situaron en paralelo, con funcionamiento independiente y sin respuesta de uno sobre el otro. Antes de su utilización se calibraron de la siguiente manera:

- La calibración del neumotacómetro se realizó mediante una jeringa neumática de 3 l, según el protocolo habitual del laboratorio (diferencia aceptada < 1%).
- El equipo TIE-4 se calibró mediante una ecuación ya establecida en personas sanas^{6,7}. Además, se verificó la velocidad de adquisición de imágenes (16–18 imágenes/s) en el momento de la medición.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/4204314>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/4204314>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)