

## NTP 217: Validación de un espirómetro

Validation d'un Espiromètre  
Spirometer Validation

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

### Redactor:

Joaquín Pérez Nicolás  
Diplomado en Enfermería

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

### Introducción

La primera investigación en profundidad sobre pruebas de capacidad ventilatoria fue realizada por John Hutchinson en el año 1846, demostrando la existencia de una relación directa entre la capacidad vital y la talla, así como una relación indirecta con respecto a la edad.

Este estudio fue de una importancia fundamental, ya que a partir de ese momento los valores de referencia de los parámetros espirométricos fueron expresados en función de datos biométricos tales como edad y talla.

De lo expuesto se desprende que la calidad y fiabilidad de los datos obtenidos en una exploración funcional ventilatoria no sólo dependerá de la técnica con la cual se realice la determinación, sino que será básico e imprescindible que el aparato utilizado para ello cumpla con los criterios de exactitud y precisión expresados en la normativa internacional de la American Thoracic Society.

El objetivo de este documento es el de divulgar las normativas de la American Thoracic Society sobre normalización en la metodología de validación y calibración de espirómetros.

### El espirómetro

La evolución y desarrollo técnico en los últimos años ha permitido la aparición constante y espectacular de nuevos modelos de espirómetros con especial énfasis en el apartado del tipo electrónico.

Se pueden distinguir tres tipos de espirómetros:

- Espirómetros de campana (húmedos).
- Espirómetros secos (fuelle, pistón, cuña, etc.).
- Espirómetros electrónicos (neumotacógrafos, turbina, termistor).

No nos extenderemos en las características particulares de cada uno de ellos. Sólo mencionaremos que los más extendidos en la actualidad son los de tipo electrónico.

### Validación de un espirómetro

Validar un espirómetro significa conocer el grado de fiabilidad de los resultados que con él obtenemos en lo que se refiere a repetibilidad, exactitud y precisión.

Es imprescindible el validar un espirómetro antes de empezar a trabajar con él, ya que los datos obtenidos van a ser comparados con otros datos sucesivas veces en el tiempo (estudios epidemiológicos, evolución clínica de un mismo sujeto, etc.).

- **Exactitud:** Es la correspondencia entre un volumen obtenido con respecto a otro teórico.
- **Precisión:** Es la repetibilidad de un mismo resultado, es decir, qué variabilidad presenta cuando efectuamos repetidas veces un mismo volumen.

Es muy importante que un espirómetro sea preciso, ya que si poseemos un espirómetro poco exacto pero muy preciso podremos utilizarlo si aplicamos un factor de corrección para corregir esa inexactitud. Si por el contrario disponemos de un espirómetro muy exacto pero poco preciso no podremos utilizarlo ya que su grado de dispersión en las medidas nos hará imposible el encontrar un factor de corrección.

¿Como conseguir validar un espirómetro? Un espirómetro se valida por medio de calibración.

### **Métodos de calibración:**

Calibración estática (volumen).

Calibración dinámica (descompresor explosivo).

Calibración de la linealidad (generador de flujos).

Calibración de la velocidad de registro.

Control de ausencia de fugas en el circuito espirométrico.

Control periódico del perfecto funcionamiento del "software" (cálculos, mediciones, etc.).

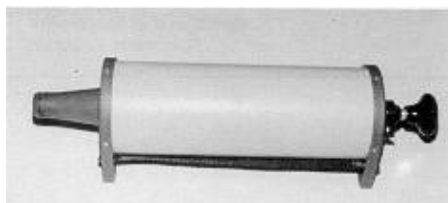
### **Periodicidad de calibración**

Para cualquier tipo de espirómetro:

#### **Diaria.**

**Calibración estática** (volumen)

Mediante una jeringa de calibración "SEAS MASTER".



**Fig. 1: Jeringa de calibración**

**Procedimiento:** Conectar la jeringa al espirómetro y realizar un mínimo de cinco emboladas procurando emplear siempre la misma técnica, no excesivamente violenta, sin interrupciones. Comprobar que los registros obtenidos cumplen con los criterios de la normativa descritos en el apartado "Especificaciones del espirómetro".

#### **Comprobación de fugas**

**Procedimiento:** En espirómetros de campana, desplazar la campana hasta el punto medio de su volumen, cerrar el circuito y colocar un peso de aproximadamente 1/2 kg encima de la campana, conectar la plumilla de registro y dejar pasar un tiempo prudencial (2-5 minutos). Comprobar que no existe ninguna fuga (no se debe haber desplazado la plumilla).

En espirómetros secos, desplazar la plumilla de registro hacia la mitad de volumen, cerrar el circuito y esperar unos minutos. Comprobar que no existe ninguna fuga.

**Calibración de la velocidad de registro** (sólo para espirómetros de campana y secos)

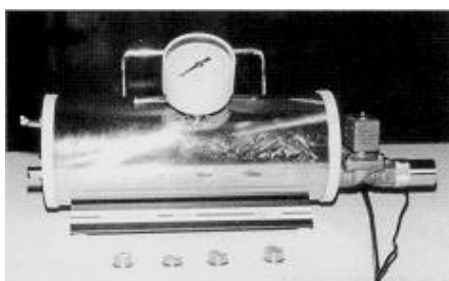
Comprobar que la velocidad de registro sea de 2 cm/segundo.

#### **Semanal.**

**Calibración dinámica** (respuesta dinámica)

**Nota:** Es recomendable realizar previamente una validación del descompresor explosivo tipo Petusevsky con un espirómetro de campana a fin de obtener unos valores patrón o de referencia.

Mediante un descompresor explosivo tipo Petusevsky, este equipo está compuesto por un cilindro estanco de 4 litros de volumen, un manómetro de presión, una electroválvula, y un juego de cuatro resistencias al paso del flujo de aire con un diámetro calibrado numeradas de uno a cuatro.



**Fig. 2: Descompresor explosivo**

### **Procedimiento:**

En los espirómetros electrónicos se debe realizar en condiciones ambientales, es decir, estar desconectado el calefactor del sistema de medición (el cabezal de medición debe estar frío).

Llenar el cilindro con aire a una atmósfera de presión (760 mmHg), colocar la resistencia siguiendo el orden de numeración, es decir, empezar por el número 1 y acabar con el 4, conectar el descompresor al espirómetro, comprobar que la presión del manómetro no ha variado y, por medio del interruptor de la electroválvula, realizar la expulsión del aire contenido sin dejar de presionar el interruptor hasta que la aguja del manómetro marque cero de presión.

Realizar esta operación cuatro veces para cada resistencia.

Comprobar que los resultados obtenidos cumplen los requisitos de la normativa, con respecto a los valores de referencia.

### **Quincenal.**

Solo para espirómetros electrónicos

#### **Calibración de la linealidad de flujo**

Como en el punto anterior, los equipos deberán estar midiendo en condiciones ambientales, es decir, con el calefactor del sistema de medición desconectado.

Se requiere un equipo más sofisticado, compuesto de un generador de flujos, un regulador de presión para incrementar o disminuir este flujo, un caudalímetro y un diagrama de flujos según incremento de presión.

Conectar el calibrador al espirómetro y realizar un mínimo de tres determinaciones para cada punto de presión, iniciando la calibración por puntos bajos de flujo para ir aumentando hasta los puntos máximos.

Esta calibración se realizará en dos escalas de flujo:

- De 0 - 12 litros/segundo.
- De 0 - 3 litros/segundo.

Comprobar que los resultados obtenidos cumplen con los requisitos de la normativa respecto a los valores del diagrama de referencia.

### **Especificaciones del espirómetro**

Precisión de  $\pm 50$  mililitros ó  $\pm 3\%$ .

Debe poder medir volumen con un rango como mínimo de 0-7 litros en condiciones BTPS (temperatura, presión, saturación de agua corporales).

Debe ser calibrado volumétricamente a diario.

Deberá presentar los resultados en condiciones BTPS (espirómetros electrónicos, secos).

Deberá imprimir gráficamente o mostrar en pantalla las curvas espirométricas.

La velocidad de registro en los espirómetros de campana será de 2 centímetros/segundo y expresará gráficamente cada litro de volumen al menos en 10 milímetros de papel.

Deberá ser capaz de acumular aire por lo menos durante 10 segundos, y no dejar de hacerlo hasta que el volumen sea inferior a 25 mililitros durante un período de tiempo de 0,5 segundos.

Deberá tener poca inercia y oponer una resistencia al flujo de aire inferior a 1,5 cm de H<sub>2</sub>O/litro/segundo a un flujo de 12 litros/segundo.

## Bibliografía

(1) MITCHELL, L.; PETUSEVSKY, L. D.; LYONS, A. A.; ET AL

**Calibration of time Derivatives of Forced Vital Capacity by Explosive Decompression**

American Review of Respiratory Disease, 1980, 121, 343-350

(2) AMERICAN THORACIC SOCIETY

**ATS Statement - Snowbird Workshop on Standardization of Spirometry**

American Review of Respiratory Disease, 1979, 119, 851-859

(3) REED M.GARDNER; JOHN L. HANKINSON; ET AL

**Evaluating Commercially Available Spirometers**

American Review of Respiratory Disease, 1980, 121, 73-83

(4) AMERICAN THORACIC SOCIETY

**Standardization of Spirometry - 1987 Update**

American Review of Respiratory Disease, 1987, 136, 1285-1298

(5) FERRIS, B. G.

**Epidemiology standardization project. Recommended standardization procedures for pulmonary function testing**

American Review of Respiratory Disease, 1982, 125, 734-737