

CONSEJERÍA DE SALUD

Servicio Andaluz de Salud

Distrito Sanitario Málaga

GUÍA DE PROCEDIMIENTO
EsPIROMETRÍAS EN
ATENCIÓN
PRIMARIA



JUNTA DE ANDALUCÍA



► Guía de procedimiento: espirometrías en Atención Primaria ◄
Fecha de elaboración: enero de 2009. Fecha de revisión: enero de 2013
© Distrito Sanitario Málaga
C/ Sevilla, 23
29009 Málaga
Depósito Legal MA-

ISBN-

Autores: *Blanco-Morgado J., Guerrero-Castillo JJ., Máximo-Corcuera S.,
Navarro-Moya FJ., Puertas-Díaz F., Vellido-González A., Villa-Estrada F.*

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL POR CUALQUIER
MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DEL TITULAR DEL COPYRIGHT.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

**LA PRESENTE PUBLICACIÓN NO ESTÁ SOMETIDA A FINANCIACIÓN, NI COLABORACIÓN ALGUNA
CON ENTIDADES QUE PUDIERAN TENER INTERÉS COMERCIAL Y ESTÁ DESARROLLADA
ÍNTEGRAMENTE POR EL DISTRITO SANITARIO MÁLAGA.**

AUTORES

<p>Juan Blanco Morgado Enfermero. Subdirector de Cuidados Distrito Sanitario Málaga</p>	<p>Juan José Guerrero Castillo Enfermero. CS Colonia de Santa Inés-Teatinos</p>
<p>Silvia Máximo Corcuera Enfermera. CS Delicias</p>	<p>Francisco Javier Navarro Moya Coordinador Unidad Investigación. Distrito Sanitario Málaga</p>
<p>Francisco Puertas Díaz Enfermero. Director UGC CS Limonar</p>	<p>Ángel Vellido González Enfermero. Coordinador de Cuidados CS Carranque</p>
<p>Francisca Villa Estrada Enfermera. Coordinadora de Cuidados CS Capuchinos</p>	

REVISORES EXTERNOS

<p>Francisco J Martín Santos Director de Cuidados. Distrito Sanitario Málaga</p>	<p>Magdalena Cuevas Fernández-Gallego Enfermera de Enlace. CS Portada Alta</p>
<p>Juan Carlos Morilla Herrera Director Unidad Residencias Distrito Sanitario Málaga</p>	<p>Cristóbal Trillo Fernández Médico de Familia. CS Puerta Blanca</p>
<p>José Luís de la Cruz Ríos Neumólogo Hospital Carlos Haya</p>	<p>Francisco Marín Sánchez Neumólogo Hospital Virgen de la Victoria.</p>

COORDINADOR

<p>Francisco Javier Navarro Moya Coordinador Unidad de Efectividad e Investigación. Distrito Sanitario Málaga</p>
--

Índice

1. Introducción: espirometría en Atención Primaria	5
1.1 Definición y objetivos.....	5
1.2 ¿Por qué realizarla en Atención Primaria?	5
2. Tipos de espirometrías	6
2.1 Espirometría simple.....	6
2.2 Espirometría forzada	7
2.3 El test de broncodilatación	9
3. Indicaciones de las espirometrías	10
3.1 Genéricas.....	10
3.2 Específicas	10
4. Contraindicaciones de las espirometrías	11
5. Complicaciones	11
6. Espirómetros: tipos y características	12
6.1 Tipos de espirómetros.....	12
6.2 Características de un buen espirómetro.....	14
7. Material necesario para realizar una espirometría o un test de broncodilatación	15
8. Información y preparación previa del paciente	16
8.1 Información oral.....	16
8.2 Información escrita.....	17
9. Procedimientos para realizar una espirometría y/o un test de broncodilatación	18
9.1 Procedimiento estándar	18
9.2 Procedimiento con Spirolab	21
9.3 Procedimiento con Datospir-120 A.....	24



9.4 Problemas más frecuentes.....	27
10. Patrones espirométricos en adultos.....	30
10.1 Patrón obstructivo.....	30
10.2 Patrón restrictivo.....	31
10.3 Patrón mixto (obstructivo-restrictivo).....	32
10.4 Normas prácticas para interpretar una espirometría.....	33
11. Patrones espirométricos en el niño-adolescente.....	34
11.1 Espirometría normal.....	34
11.2 Patrón obstructivo clásico.....	35
11.3 FEF 25-75 bajo como único dato.....	36
11.4 FEV ₁ que mejora tras la administración de broncodilatador.....	37
12. Mantenimiento y calibración de los espirómetros.....	38
12.1 Mantenimiento de los equipos.....	38
12.2 Calibración.....	38
13. Limpieza, desinfección y control de infecciones.....	40
14. Glosario de siglas, símbolos y conceptos.....	42
15. Bibliografía.....	43
16. Anexos.....	45
Anexo 1: instrucciones para el paciente previas a la realización de la espirometría.....	45
Anexo 2: flujograma para la realización de una espirometría con el espirómetro Spirolab-II.....	46
Anexo 3: modelo de registro de mantenimiento y calibración de espirómetros.....	47



1. INTRODUCCIÓN: ESPIROMETRÍA EN ATENCIÓN PRIMARIA

1.1 DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

La espirometría es una prueba básica para el estudio de la función pulmonar. Para garantizar su correcta realización e interpretación es necesario reducir la variabilidad tanto en la realización de la técnica en sí como en el manejo de la tecnología necesaria y la interpretación de los resultados.

La espirometría sigue siendo un procedimiento teóricamente fácil de realizar, pero en la práctica, difícil de ejecutar con corrección. Esta prueba mide el volumen de aire que los pulmones pueden movilizar en función del tiempo. La representación gráfica puede ser entre estas variables (volumen/tiempo) o entre sus derivadas (flujo/volumen). La paulatina sustitución de los viejos espirómetros de campana, que medían el volumen de aire y su velocidad de salida mediante un quimógrafo, por los neumotácometros, que permiten relacionar la lectura instantánea de flujo con el cálculo diferencial del volumen, ha popularizado la denominada curva flujo/volumen (espiratoria/inspiratoria), que representa la forma actual de realizar la espirometría.

El Distrito Sanitario Málaga se propone revisar este procedimiento y hacer explícitas unas recomendaciones básicas que permitan realizar unas espirometrías de calidad con un procedimiento seguro.

Los principales objetivos de este manual son, por un lado, asegurar la máxima calidad en los resultados de la espirometría y, en segundo lugar, promover la adquisición de habilidades que garanticen la realización de la técnica con el mayor grado posible de seguridad para el paciente de **ATENCIÓN PRIMARIA**.

1.2 ¿POR QUÉ REALIZARLA EN ATENCIÓN PRIMARIA?

La espirometría es una técnica sencilla, segura, accesible y asequible. Se realiza de manera rápida (de diez a quince minutos) y sólo requiere entrenamiento y práctica por parte del profesional. Sin embargo es una



herramienta diagnóstica de primer orden en el diagnóstico inicial de pacientes asintomáticos con EPOC y en la detección de patología respiratoria en fumadores, ex-fumadores y no fumadores con síntomas respiratorios.

2. TIPOS DE ESPIROMETRÍAS

2.1 ESPIROMETRÍA SIMPLE.

Consiste en solicitar al paciente que tras una inspiración máxima, expulse todo el aire de sus pulmones durante el tiempo que necesite para ello. Mide volúmenes pulmonares estáticos. Los valores obtenidos se interpretan comparándolos con los valores teóricos correspondientes a la edad, talla, sexo y raza del paciente. Debido a las variaciones entre individuos se consideran normales valores entre 80-120% del volumen previsto. Los volúmenes y capacidades pulmonares más utilizadas en la práctica clínica son los siguientes:

Volúmenes pulmonares (los valores numéricos son aproximados):

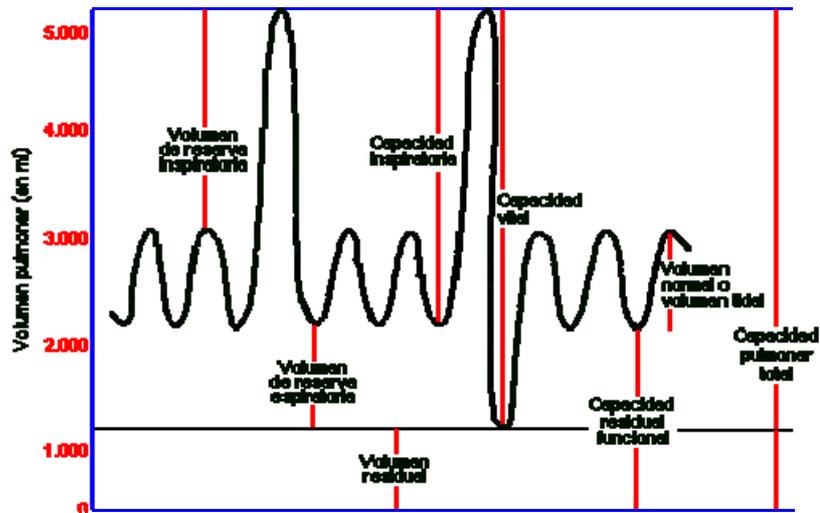
- *Volumen corriente (VC)*: aire movilizado en cada respiración normal (500ml).
- *Volumen residual (VR)*: aire que queda en el pulmón después de una espiración máxima (1500ml). Este volumen no se puede medir con una espirometría sino con la técnica de dilución de gases o la plestimografía.
- *Volumen de reserva inspiratoria (VRI)*: 2500ml.
- *Volumen de reserva espiratoria (VRE)*: 1500ml.

Capacidades pulmonares:

- *Capacidad inspiratoria (CI)*: $V_c + VRI$ (3000ml).
- *Capacidad residual funcional (CRF)*: $VR + VRE$ (3000ml).
- *Capacidad vital (CVI)*: $VRE + V_c + VRI$ (4500ml).
- *Capacidad pulmonar total (CPT)*: $VR + VRE + VC + VRI$ (6000ml). Para determinar la CPT es necesario conocer el valor del volumen residual (VR) por lo que esta capacidad no se puede calcular con una espirometría.



Estos volúmenes y capacidades se pueden representar gráficamente:



2.2 ESPIROMETRÍA FORZADA.

Es la espirometría que más se realiza en Atención Primaria. Es aquella en que tras una inspiración máxima, se le pide al paciente que realice una espiración de todo el aire que sea capaz en el menor tiempo posible. Mide volúmenes pulmonares dinámicos. Es más útil que la espirometría simple. Se utiliza para valoración y diagnóstico de patologías respiratorias ya que una vez alcanzada una capacidad vital forzada adecuada, el flujo va a depender de la presión elástica y de la resistencia de las vías y no del esfuerzo del sujeto. Los valores de flujos y volúmenes que se obtienen son:

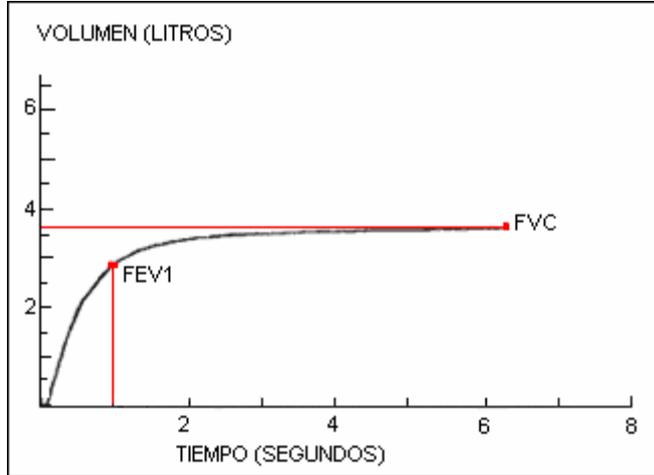
- **Capacidad vital forzada (CVF)**: Volumen total expulsado desde inspiración máxima hasta espiración máxima. El valor normal es mayor del 80% del valor teórico.
- **Volumen máximo espirado en el primer segundo de la espiración forzada (FEV₁)**: Volumen expulsado en el primer segundo de una espiración forzada. El valor normal es mayor del 80% del valor teórico.
- **Relación FEV₁/FVC**: Indica el porcentaje del volumen total espirado en el primer segundo. El valor normal es mayor del 70%.
- **Flujo espiratorio máximo entre 25-75 (FEF 25-75%)**: expresa relación entre el volumen espirado entre 25 y 75% de la FVC y el tiempo que se tarda en hacerlo. Indica patología de vías aéreas de pequeño calibre.



La espirometría forzada se puede representar gráficamente mediante curvas de volumen-tiempo o de flujo-volumen:

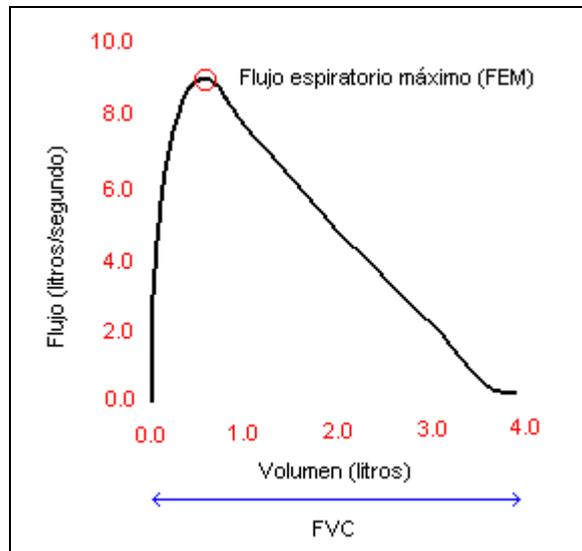
1. Curvas volumen-tiempo:

Aporta los valores del FEV₁ y FVC. Permite controlar si fue correcta la prolongación del esfuerzo para el cálculo de la capacidad vital.



2. Curvas flujo-volumen:

Aporta los valores de FVC y de flujo espiratorio máximo (FEM ó Peak-Flow). Permite controlar el esfuerzo inicial de la espiración máxima.



2.3 EL TEST DE BRONCODILATACIÓN.

Es un tipo especial de espirometría forzada. Debe realizarse con el paciente clínicamente estable, sin que haya utilizado broncodilatadores de acción corta en las 8 horas anteriores o de acción larga al menos en las 12-24 horas previas. Se realizará una determinación del FEV₁ basal y se administrarán agonistas beta adrenérgicos o anticolinérgicos con cámara de inhalación (el más usual es Salbutamol). Se determinará el FEV₁ a los 15-20 minutos de la administración de los broncodilatadores.

	AGONISTAS SELECTIVOS DE RECEPTORES BETA-2 ADRENÉRGICOS	ANTICOLINÉRGICOS
CORTA DURACIÓN	Salbutamol Terbutalina	Bromuro de Ipratropio
LARGA DURACIÓN	Formoterol Salmeterol	Bromuro de Tiotropio

Un aumento de 200 ml y 12% del valor absoluto del FEV₁, determinará que la prueba broncodilatadora es positiva.

Las principales indicaciones del test de broncodilatación son:

1. Para diagnóstico de asma bronquial.
2. En el paciente con EPOC para establecer el grado de reversibilidad de la vía aérea. De todas formas el FEV₁ puede verse influenciado por múltiples factores, por lo que, para pacientes con EPOC, no es una técnica útil para conocer cuáles serán los que respondan al tratamiento con corticoides inhalados.



3. INDICACIONES DE LAS ESPIROMETRÍAS

3.1 GENÉRICAS

- Diagnóstico de pacientes con síntomas respiratorios.
- Valoración del riesgo preoperatorio, principalmente de pacientes que refieran síntomas respiratorios.
- Valoración de la respuesta pulmonar a determinados fármacos.
- Evaluación de ciertas enfermedades que presentan afectación pulmonar.

3.2 ESPECÍFICAS

Identificación y tipificación de patología pulmonar	<p>Síntomas pulmonares: disnea, tos crónica, sibilancias, dolor torácico, ortopnea, tos con el esfuerzo</p> <p>Signos exploratorios: hiperinsuflación, espiración prolongada, cianosis, disminución del murmullo respiratorio, alteraciones en la caja torácica.</p> <p>Alteración de otras pruebas complementarias: radiografía de tórax, gasometría, pulsioximetría.</p>
Cuantificar una alteración conocida de la función pulmonar y valorar evolución	<p>Enfermedades pulmonares: EPOC, asma, fibrosis quística, enfermedad pulmonar intersticial difusa</p> <p>Enfermedades cardíacas</p> <p>Enfermedades neuromusculares</p>
Valorar intervenciones terapéuticas (monitorización, pronóstico)	<p>Broncodilatadores o antiinflamatorios</p> <p>Rehabilitación pulmonar</p> <p>Trasplante o resección pulmonar</p>
Cribado y seguimiento de pacientes con alto riesgo de padecer enfermedades respiratorias	<p>Fumadores</p> <p>Exposición a sustancias nocivas (gases, sílice, humos)</p> <p>Exposición a fármacos con toxicidad pulmonar</p>
Otras indicaciones específicas	<p>Detección y localización de estenosis en vía aérea superior</p> <p>Valoración preoperatorio</p> <p>Evaluación de incapacidad laboral</p> <p>Estudios epidemiológicos</p>



4. CONTRAINDICACIONES DE LAS ESPIROMETRÍAS

ABSOLUTAS.

Neumotórax activo o reciente.
Enfermedad cardiovascular inestable.
Hemoptisis.
Aneurisma cerebral, torácico o abdominal (riesgo de rotura).
Desprendimiento de retina o cirugía de ojo reciente.

RELATIVAS

No comprender la maniobra, <5-6 años y ancianos.
Deterioro psíquico y físico avanzado.
Traqueotomía (cánula especial).
Problemas bucales y/o faciales que impiden la colocación de la boquilla.
Hemiplejía facial.
Simuladores o falta de colaboración
Rechazo del paciente

5. COMPLICACIONES

Las complicaciones que pueden aparecer durante la realización de una espirometría son:

- Síncope.
- Accesos de tos paroxística.
- Dolor torácico.
- Bronco espasmo.

De manera excepcional también puede producirse:

- Neumotórax.
- Incremento de la presión intracraneal.



6. ESPIRÓMETROS: TIPOS Y CARACTERÍSTICAS

6.1 TIPOS DE ESPIRÓMETROS.

ESPIRÓMETROS VOLUMÉTRICOS

Se basan en el principio de que al entrar aire en un circuito cerrado, se produce un desplazamiento del mecanismo (campana, fuelle,...). Un lápiz, que va conectado al sistema, registra sobre un papel especial que se mueve a una velocidad constante por segundo. Se obtienen así, curvas de volumen/tiempo.

- **Espirómetro de agua o de campana:** fue el primer espirómetro tal como lo concebimos hoy día. Todavía se siguen usando en algunos servicios de función pulmonar. Consta de una campana de plástico o metal ligero introducida en un recipiente con agua. La campana está perfectamente equilibrada mediante una pesa y un sistema de poleas. Al introducir aire bajo la campana (expiración del paciente), ésta se eleva haciendo que la pesa descienda.
- **Espirómetro de pistón:** se trata de un espirómetro seco, es decir, no va sellado en agua como el anterior. Consiste en un pistón que se desplaza dentro de un cilindro a medida que lo va empujando el aire espirado por el paciente
- **Espirómetro de fuelle:** el aire espirado por el paciente “hincha” un fuelle y el desplazamiento de la pared de éste se registra sobre un papel que se mueve a velocidad constante.

ESPIRÓMETROS CON SENSOR DE FLUJO

La mayor parte de los espirómetros modernos son de tipo abierto, es decir, el paciente respira en un dispositivo abierto a la atmósfera libre, en el cual hay un cabezal con un sensor que determina el flujo de aire que pasa por él en cada instante, y lo relaciona con el tiempo medido por un reloj interno. Una vez obtenido el flujo, los datos van a un microprocesador, el cual, calcula los volúmenes por integración. Pueden obtenerse así curvas de flujo/volumen, de volumen/tiempo o de flujo/tiempo.



- **Neumotacógrafo:** miden la diferencia de presiones del aire antes y después de atravesar una resistencia conocida. Esa diferencia de presiones es directamente proporcional al flujo de aire a través del dispositivo. Una vez obtenido el flujo, el microprocesador calcula los volúmenes por integración matemática del flujo en función del tiempo.
 - **Neumotacógrafo de tipo Fleisch:** la resistencia en este tipo de cabezales está formada por multitud de pequeños tubos paralelos.
 - **Neumotacógrafo de tipo Lilly:** en este caso, la resistencia es una malla, generalmente metálica.
 - **Neumotacógrafo desechable:** se trata básicamente de un cabezal de tipo Lilly, pero la malla es de un material desechable.

- **Espirómetro de turbina:** tienen un cabezal con un eje sobre el que gira una pequeña hélice. En los extremos del cabezal hay unas aspas fijas que ordenan el flujo de aire al penetrar en el cabezal. El flujo de aire hace girar la hélice, y las aspas de éstas interrumpen una fuente de luz en cada paso. La velocidad de giro de la hélice es proporcional al flujo, y por tanto, a más flujo, más veces se interrumpirá la señal luminosa. Esta información se dirige al microprocesador, que en función de las revoluciones de la hélice, calcula el flujo y luego, por integración, los volúmenes. Estos espirómetros son los que se utilizan actualmente en Atención Primaria. En el Distrito Sanitario Málaga los espirómetros de turbina utilizados son Spirolab y Datospir-120 A

OTROS ESPIRÓMETROS

Otros espirómetros menos extendidos son los de **hilo caliente**, también denominados “termistores” o “anemómetros de hilo caliente” y los **espirómetros de ultrasonidos**.



6.2 CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ESPIRÓMETRO.

Las características básicas que debe reunir un buen espirómetro son:

- Manejo sencillo
- Posibilidad de observar la curva de la maniobra en tiempo real
- Posibilidad de almacenar en su memoria varias maniobras del mismo paciente y escoger la mejor, así como de almacenar datos y curvas de múltiples pacientes.
- Sensor fácilmente desmontable y que se pueda limpiar y desinfectar
- Provisto de sistema para su calibración sistemática
- Teclado completo para poder introducir datos
- Conexión directa a impresora externa o impresora propia de buena calidad
- Transportable
- Amplios márgenes de lectura (desde 0.5 hasta 8 litros)



7. MATERIAL NECESARIO PARA REALIZAR UNA ESPIROMETRÍA O UN TEST DE BRONCODILATACIÓN

Para la correcta realización de la espirometría se necesitará disponer del siguiente material:

- **Espirómetro, tipo turbina o neumotacómetro.** El manual de instrucciones del equipo deberá estar siempre accesible. Se vigilará la carga y funcionalidad adecuada de la batería en caso de tenerla, así como la existencia de baterías de repuesto si procede (según modelo). Asegurar igualmente la provisión suficiente de papel de registro. En caso de ser utilizado en distintas ubicaciones físicas, debería ser colocado sobre mesita móvil, donde a su vez serán ubicados el resto de accesorios necesarios para la realización de la exploración.
- **Sillón con brazos para el paciente y/o camilla.** La espiración forzada puede provocar mareos e incluso cuadros sincopales, por lo que en ningún caso debe realizarse en bipedestación. Es necesario valorar en el paciente el riesgo de sufrir mareo o síncope y en caso de existir riesgo, sentarlo en un sillón con brazos o en una camilla para minimizar las consecuencias de una posible caída.
- **Báscula**
- **Tallímetro**
- **Boquillas desechables** y siempre que sea posible, **turbinas desechables.**

Para realizar un test de broncodilatación, se deberá disponer además de:

- **Medicación broncodilatadora** de acción rápida para los test de broncodilatación. Lo más usual será usar 400 microgramos de Salbutamol (2 inhalaciones), aplicados mediante inhalador de cartucho presurizado acoplado a cámara de inhalación. Una alternativa es el Bromuro de Ipratropio (80 microgramos) o 1000 microgramos de Terbutalina.



- **Cámara de inhalación** compatible con el cartucho presurizado utilizado.

8. INFORMACIÓN Y PREPARACIÓN PREVIA DEL PACIENTE

Se debe dar al paciente una información previa a la prueba. Es importante y útil a la vez que se le informe en la misma consulta donde se prescribe la espirometría. Esta información será tanto oral como escrita.

8.1 INFORMACIÓN ORAL

Al paciente deberá informársele sobre los siguientes aspectos:

La espirometría forzada es una prueba esencial en el diagnóstico, monitorización y manejo de enfermedades respiratorias, y constituye la principal herramienta diagnóstica de la E.P.O.C.

Se trata de un estudio que le va a llevar aproximadamente de **15 a 20 minutos** y no conlleva ningún riesgo ni molestias. Va a consistir en la espiración forzada por la boca a través de una boquilla de un solo uso de todo el aire que seamos capaces de soltar, tras una inspiración profunda, intentando mantener la espiración al menos seis segundos si fuese posible.

Se le debe explicar al paciente la **razón** por la que se le ha solicitado la prueba y advertirle que la persona que la va a realizar le va a dar órdenes enérgicas a la hora de la espiración súbita del aire.

Puede conservar las **prótesis dentales** que pudiera portar siempre que estén bien adaptadas y no interfieran en la correcta sujeción de la boquilla.

No es necesario el ayuno previo pero debe **abstenerse de fumar en las horas anteriores** a la prueba y evitar comidas abundantes y bebidas con cafeína, teína o cola. **No debe de haber realizado ejercicio vigoroso** al menos 30 minutos antes de la realización de la espirometría.



Es necesario evitar la **toma de fármacos** que alteren la dinámica bronquial, principalmente broncodilatadores. Los tiempos de abstinencia según el tipo de fármaco son los siguientes:

FÁRMACO	TIEMPO DE ABSTINENCIA	
	Recomendado	Mínimo admisible
Salbutamol y terbutalina	6 horas	6 horas
Formoterol y salmeterol	24 horas	12 horas
Bromuro de ipratropio	6 horas	6 horas
Bromuro de tiotropio	36 horas	24 horas
Teofilinas de acción corta	8 horas	8 horas
Teofilinas de acción larga	24 horas	12 horas
Cromonas	24 horas	12 horas

8.2 INFORMACIÓN ESCRITA

La información a entregar por escrito al paciente es la que figura en el anexo 1.



9. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA REALIZAR UNA ESPIROMETRÍA Y/O UN TEST DE BRONCODILATACIÓN

Dado que uno de los objetivos de esta guía es la promoción de la adquisición de habilidades en el manejo del espirómetro, habilidad básica para la realización de una correcta espirometría, y puesto que en nuestro ámbito de trabajo manejamos en la actualidad dos modelos distintos de espirómetros, pasaremos a describir el procedimiento de realización de la técnica con cada uno de los dos modelos. Previamente describiremos el procedimiento estándar común en ambos casos.

9.1 PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR.

○ **Recepción del usuario.**

Incluye la comprobación de los datos de filiación del usuario, descartando contraindicaciones de la técnica, y confirmando la cumplimentación de las instrucciones previas (no administración previa de medicación broncodilatadora en las horas indicadas en función del tipo de medicación, no fumar, no beber café...), que debieron ser explicadas y entregadas por escrito por el profesional que indicó la realización de la prueba.

○ **Obtención y registro en espirómetro de los datos necesarios para la correcta realización de la prueba.**

Se pesará y tallará al usuario, y se incluirán estos datos en el espirómetro junto con nombre y apellidos, código (DNI o NUHSSA), edad, y sexo. En función del modelo de espirómetro habrá que introducir además su etnia.

○ **Preparación del usuario.**

Realizaremos siempre la exploración con el paciente sentado, a ser posible en sillón con brazos, con espalda erguida. Le invitaremos a retirar toda



prenda apretada. Conservará para la prueba las posibles prótesis dentales que pueda portar.

- **Explicación concisa y clara del procedimiento.**

La realización de la técnica con espirómetro de turbina o neumotacómetro permite dos posibles variantes. En la primera, el usuario comienza a respirar normalmente a través de la boquilla adaptable, y a nuestra señal realiza una espiración lenta, seguida de una inspiración máxima e inmediatamente una espiración forzada. En la segunda variante, se le indica al usuario que realice la inspiración máxima y tras ella, se le introduce en la boca la boquilla y se le pide que realice la espiración forzada, debiendo estar menos de un segundo en inspiración máxima.

Sea cual sea la opción elegida, debe ser claramente explicada previamente a la realización, si bien será recordada durante la misma realización. Se le debe explicar claramente que la espiración forzada, momento más importante de la técnica, tiene que ser de comienzo tan brusco como le sea posible, intentando lanzar la mayor cantidad de aire de golpe, y mantenerla en el tiempo durante al menos seis segundos (“hasta que no pueda más”).

Para evitar la idea de que lo está haciendo mal, o de que la aptitud del explorador es deficiente, se le debe explicar antes de comenzar que la maniobra espirométrica deberá ser realizada un mínimo de tres veces, pero que usualmente se requerirán más repeticiones.

- **Realización de la prueba.**

Aunque el procedimiento estándar para la realización de espirometrías recoge que deben utilizarse pinzas nasales (clip nasal) para la realización de la prueba, no existen evidencias para recomendar de modo sistemático su utilización al no existir diferencias significativas en el resultado de la prueba debidas a su uso.

Habrá que prestar especial atención al grado de esfuerzo desplegado por el usuario, a fin de poder validar la técnica. Asimismo vigilaremos la



aparición de signos de cansancio físico, mareos... que puedan aconsejar realizar una pausa en la realización de la espirometría. Comprobaremos que las curvas de flujo-volumen obtenidas son adecuadas, y por tanto técnicamente aceptables. Se repetirá la prueba tantas veces como sea necesario (hasta un máximo de 8 o agotamiento del usuario) para obtener la necesaria reproducibilidad, indicada por el espirómetro. Esfuerzo observado adecuado, curva correcta y obtención de reproducibilidad permiten la validación de la exploración espirométrica.

○ **Test de broncodilatación.**

Una vez realizado el test basal, administramos el fármaco broncodilatador, habitualmente 400 microgramos de Salbutamol (Ventolin®) en aerosol mediante cámara (2 pulsaciones) o 1000 microgramos de Terbutalina (Terbasmin®). Dejamos en reposo al paciente durante unos 15-20 minutos y volvemos a repetir la espirometría forzada.

○ **Impresión de la prueba.**

○ **Registro en Diraya de la exploración y su resultado.**

El registro se realizará siguiendo las instrucciones emitidas en cada momento para la correcta explotación informática. En la actualidad, el registro adecuado consta de los siguientes pasos:

- Inclusión del paciente en la agenda de actividad dispuesta a tal fin y denominada “PRUEBAS FUNCIONALES”, paso imprescindible para la correcta explotación de la actividad.
- Crear Hoja de Seguimiento de Consulta (HSC), anotando como principal motivo de consulta la palabra “ESPIROMETRIA”.
- Anotar en el campo valoración los valores obtenidos para FVC, FEV₁ (tanto el porcentaje sobre el estándar teórico en ambos casos como el valor absoluto de los resultados) y FEV₁/FVC (valor observado en el usuario, que ya es en sí un porcentaje; no anotar en este caso el porcentaje sobre



el estándar teórico, que puede inducir a error de interpretación). Anotaremos asimismo el PATRÓN ESPIROMÉTRICO OBTENIDO.'

- En el caso de espirometría post-broncodilatación, anotaremos los valores tanto previos como tras la administración del broncodilatador, y el cambio porcentual conseguido para el FEV₁, tanto respecto al previo (variación porcentual mayor o igual al 12% tiene valor diagnóstico para el asma), como respecto al teórico (variación porcentual mayor o igual al 9% tiene igualmente valor diagnóstico).
- En caso de confirmación diagnóstica de EPOC o Asma, y si el usuario no lo estuviera previamente, procederemos a su inclusión en el proceso asistencial correspondiente.

○ **Conclusión de la visita.**

Aprovecharemos en usuarios fumadores para realizar una intervención básica para dejar de fumar apoyada por los hallazgos espirométricos. Comentaremos brevemente los resultados de la prueba y le gestionaremos, en caso necesario, una cita para consulta médica.

9.2 PROCEDIMIENTO CON SPIROLAB.

CARACTERÍSTICAS DEL ESPIRÓMETRO SPIROLAB.

- Realiza pruebas de Capacidad Vital Forzada (o espirometría forzada), Capacidad Vital Lenta, o Máxima Ventilación Voluntaria. Nosotros siempre realizaremos pruebas de Capacidad Vital Forzada.
- Mide e imprime los principales parámetros espirométricos, y las curvas de Flujo/Volumen y Volumen/Tiempo.
- Realiza control de calidad de la prueba, controlando su aceptabilidad y reproducibilidad, y emitiendo interpretación funcional.
- Permite calcular la respuesta a la administración de medicación, comparando PRE y POST medicación.



- Cuenta con memoria interna de 1000 espirometrías.

REALIZACIÓN DE ESPIROMETRÍA (diagrama de flujo en anexo 2).

- Una vez encendido, el primer paso será introducir los datos del paciente, mediante la tecla de identificación de paciente, eligiendo mediante el cursor si queremos cambiar algún dato del último paciente o dar entrada a uno nuevo. Procederemos a introducir los datos con el teclado alfanumérico, desplazándonos con las teclas de dirección. Es especialmente importante el campo “#ID”, ya que nos va a permitir recuperar rápidamente al paciente de entre todos los guardados en memoria. Por ello deberíamos usar un número de identificación único e inequívoco como el NUHSSA o DNI.

Introducir la altura en centímetros, y el peso en Kg. Introducir el sexo con las teclas dispuestas a tal fin junto al teclado numérico.

- Elegiremos la prueba a realizar, que en nuestro caso siempre será FVC, y procederemos a realizar la técnica, un mínimo de tres veces, y tantas como sea preciso para obtener reproducibilidad. Cada vez que se realice la técnica, pulsaremos “intro” para ver en pantalla el resultado obtenido. Volveremos a pulsar FVC para repetir la técnica tantas veces como sea preciso. La obtención de reproducibilidad es indicada en pantalla mediante un marcador amarillo junto al resultado de FVC y FEV₁.
- Visualizaremos las curvas de las distintas pruebas realizadas, en formato superpuesto pulsando la tecla “Mejor Prueba”, o separadas y numeradas pulsando la tecla “Ultima Prueba”. Desde ambas pantallas podremos proceder a la impresión pulsando la tecla de impresión. La impresión consta de los siguientes elementos:
 - Datos de identificación del paciente.
 - Curva de Flujo/Volumen y Volumen/Tiempo.
 - Valores medidos, teóricos y porcentaje conseguido del teórico.
 - Interpretación funcional.



TEST DE BRONCODILATACIÓN.

La podemos hacer a partir del paciente actual, tras realizarle la espirometría premedicación, o a partir de un paciente de la memoria, en cuyo caso habrá que llamarlo antes pulsando la tecla Memoria y buscándolo por apellidos, nº de identificación, o bien desde el listado completo de espirometrías realizadas. Una vez elegido, pulsaremos "Intro", y seguidamente pulsaremos las teclas "POST" y "FVC". Antes de realizar cada prueba nos pedirá la dosis de fármaco administrado, que podrá ser igual o distinta para cada prueba y que procederemos a anotar mediante las teclas numéricas. Tras ello pulsaremos "Intro" y procederemos a realizar las maniobras espirométricas necesarias para obtener aceptabilidad y reproducibilidad. Imprimiremos con igual procedimiento que el descrito para el PRE. La impresión de las mejores curvas PRE y POST- medicación aparecen superpuestas, y junto con los valores espirométricos del PRE y POST aparecen los porcentajes de variación.



9.3 PROCEDIMIENTO CON DATOSPIR-120 A.

CARACTERÍSTICAS DEL ESPIRÓMETRO DATOSPIR.

El espirómetro Datospir 120 A es un equipo compacto compuesto por un cuerpo central donde se sitúa la pantalla de información, controles y teclado, e impresora interna, y un transductor externo de tipo turbina. Su uso básico es muy intuitivo, si bien presenta funciones de configuración y mantenimiento que requieren un conocimiento más profundo. Este modelo no incorpora de serie batería, lo que limita su autonomía, ni permite la conexión a impresora externa salvo que se utilice un PC y software específico. Tampoco dispone de base de datos, lo que impide el almacenamiento de las pruebas, salvo de forma limitada para los test de broncodilatación.

REALIZACIÓN DE LA ESPIROMETRÍA.

1. Conectar a enchufe eléctrico con toma de tierra. Mantener pulsada la tecla de encendido hasta la iluminación de la pantalla.
2. Una vez en el Menú Principal, seleccionaremos mediante la tecla F5 la opción de realización de espirometría.
3. Seleccionaremos mediante la tecla F5 la opción "FVC", Capacidad Vital Forzada, e introduciremos mediante el teclado alfanumérico y las teclas de desplazamiento (F5 y F6) los datos del paciente, incluyendo obligatoriamente un código de hasta 10 dígitos, peso, talla, edad y sexo. No introduciremos el Índice de Fumador ni modificaremos el Factor Étnico, que será 100. Introducidos todos los datos, pulsaremos F7 para confirmarlos.
4. Aparecerá la gráfica de Flujo/Volumen en blanco (puede cambiarse a la de volumen/ tiempo pulsando F8), y si es necesario se puede acceder de nuevo a los datos del paciente para modificarlos pulsando F4.
5. Pulsaremos F5 para comenzar la maniobra espirométrica, y esperaremos a la señal acústica y visual (flecha ascendente que parpadea en pantalla) para indicar al paciente que inicie la inspiración forzada seguida de la espiración forzada. Aparecerá en pantalla la curva conseguida, así como los valores de FVC y FEV₁ de referencia y



conseguidos por el paciente. Asimismo pueden aparecer avisos de no conformidad parpadeantes si proceden:

- a. TP: indica que la espiración ha durado menos de 6 segundos.
 - b. EX: indica que el inicio de la espiración ha sido lento.
 - c. FP: indica espiración no correctamente finalizada.
6. Repetiremos el paso anterior un mínimo de tres y un máximo de ocho veces, hasta conseguir reproducibilidad, que nos será indicada por el espirómetro mediante el parpadeo de FVC y FEV₁ (diferencia inferior a 0.2 litros entre los dos valores mejores conseguidos de ambos parámetros.) Vigilaremos asimismo la aceptabilidad del test, que nos vendrá dada por la adecuación de la gráfica a la técnica de realización correcta.
 7. Visualizaremos los resultados en pantalla pulsando la tecla F7. Este paso nos lo podemos saltar, pasando directamente a la impresión de los resultados si no hay que realizar test de broncodilatación, pero es fundamental en caso de tener que realizarlo, debiendo guardar estos resultados en memoria para la postbroncodilatación mediante la función F4.
 8. Imprimiremos la prueba mediante la tecla F7.*
 9. Apagaremos el espirómetro o saldremos al menú principal pulsando repetidamente F1.

TEST DE BRONCODILATACIÓN.

Una vez realizado el test basal, cuyos resultados habremos guardado como quedó descrito en el punto 7 del apartado anterior, administramos el fármaco broncodilatador, habitualmente 400 microgramos de Salbutamol en aerosol mediante cámara (2 pulsaciones), y dejamos en reposo al paciente durante unos 15-20 minutos para volver a repetir la espirometría procediendo como se describe a continuación:



1. Encender y desde el Menú Principal pulsar F5 para realización de espirometría.
2. Pulsar F3 para acceder a las espirometrías prebroncodilatación guardadas (máximo seis), y seleccionar, desplazándonos por la pantalla mediante F5 y F6, la prueba que nos interese (lo que se visualiza es el código), y confirmar con F7. Nos aparece la gráfica de Flujo/ Volumen prebroncodilatación.
3. Pulsar F5 para comenzar la maniobra espirométrica, cuya gráfica aparecerá superpuesta a la anterior.
4. Repetir el paso anterior entre 3 y 8 veces, hasta obtener reproducibilidad y aceptabilidad como se expuso en el punto 6 del apartado anterior.
5. Visualizar datos mediante F7: aparecen los datos de pre y postbroncodilatación con el % de variación ponderado.
6. Imprimir el resultado mediante F7.*
7. Apagar o salir a menú principal (F1).

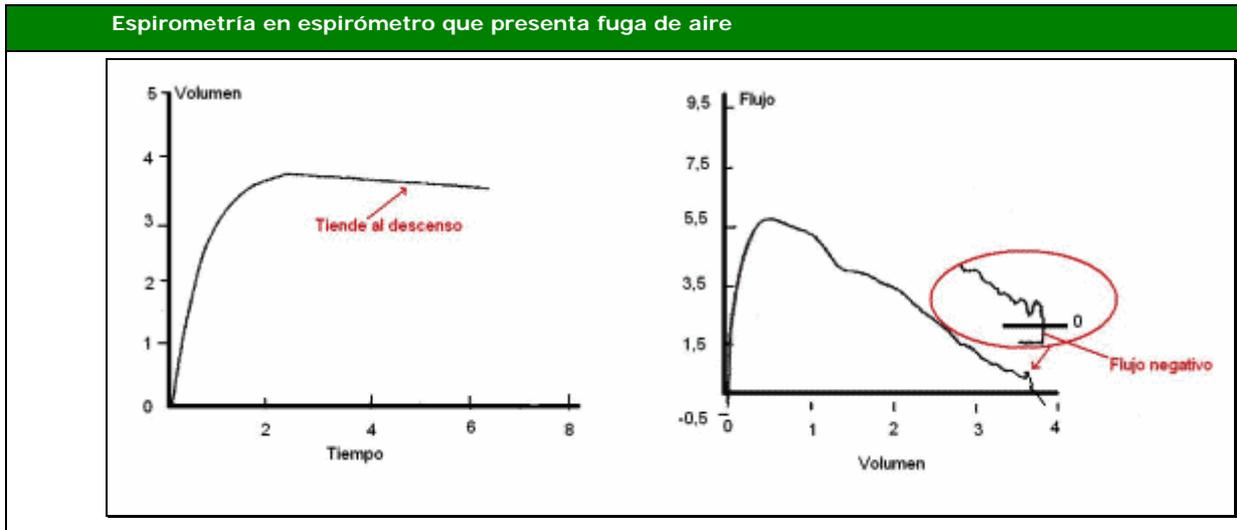
*Nota: Las primeras impresiones del espirómetro tras su encendido suelen ser bastante defectuosas, por lo que no debe extrañarnos tener que imprimir varias veces



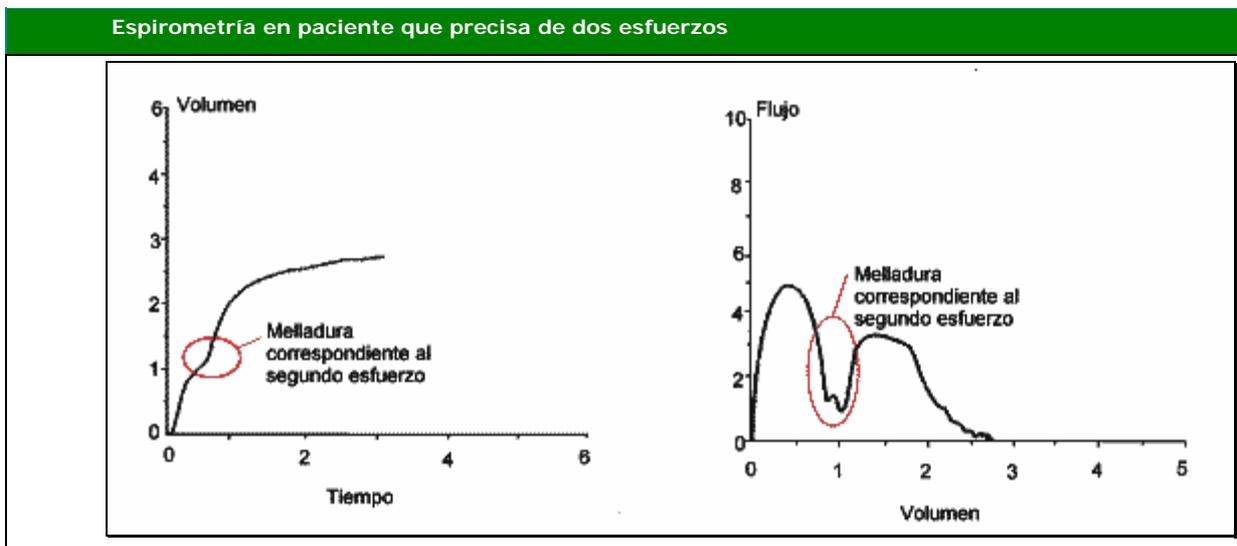
9.4 PROBLEMAS MÁS FRECUENTES.

A través de la observación de la representación gráfica de la espirometría es posible obtener información sobre si la prueba ha sido bien realizada o no y detectar problemas en la realización de la prueba. Los problemas más frecuentes que se presentan son los siguientes:

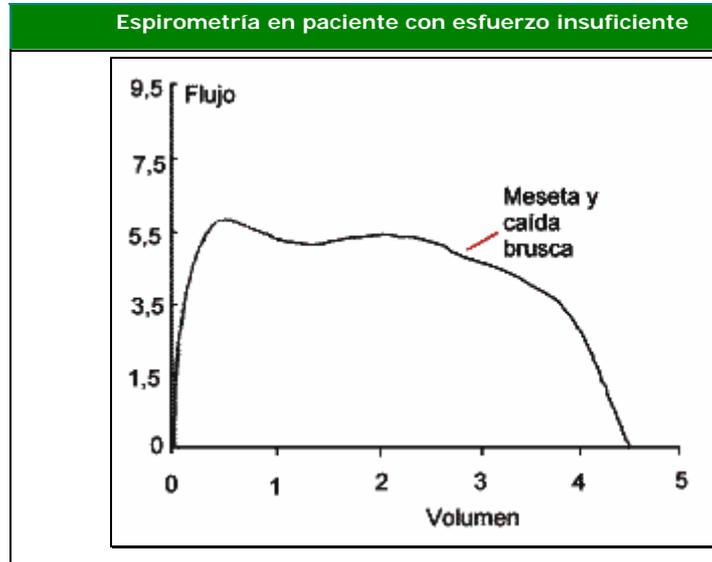
1. El espirómetro sufre una fuga: obtendríamos una gráfica similar a la siguiente:



2. El paciente precisa realizar dos esfuerzos para llegar al tiempo adecuado de la espirometría: obtendríamos una gráfica en la que observaríamos una melladura correspondiente al comienzo del segundo esfuerzo:

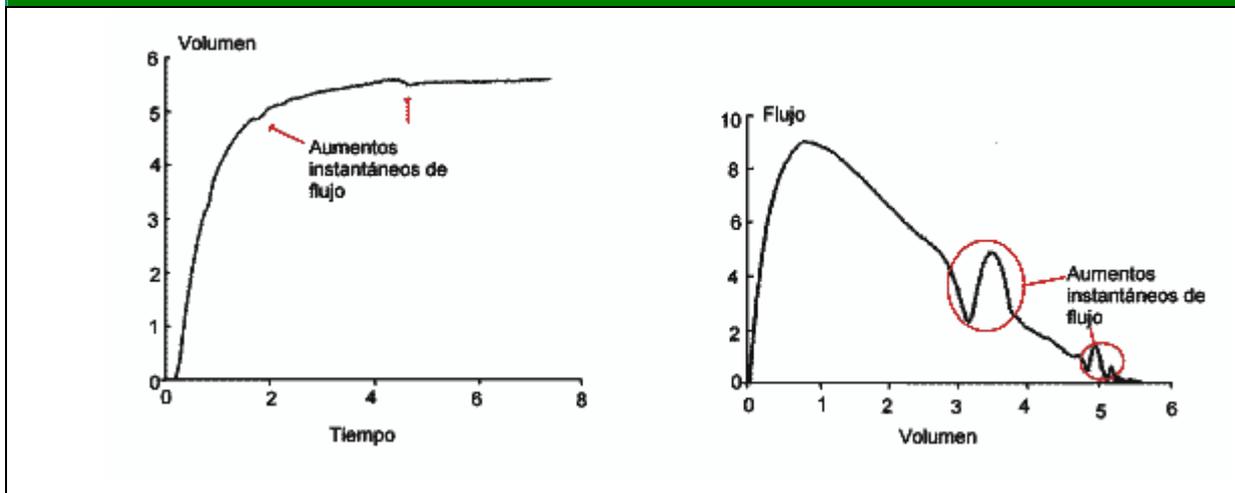


3. El paciente no se esfuerza lo suficiente: obtendríamos una curva volumen-tiempo similar a la normal, pero la curva flujo-volumen tendría una meseta con una rápida caída



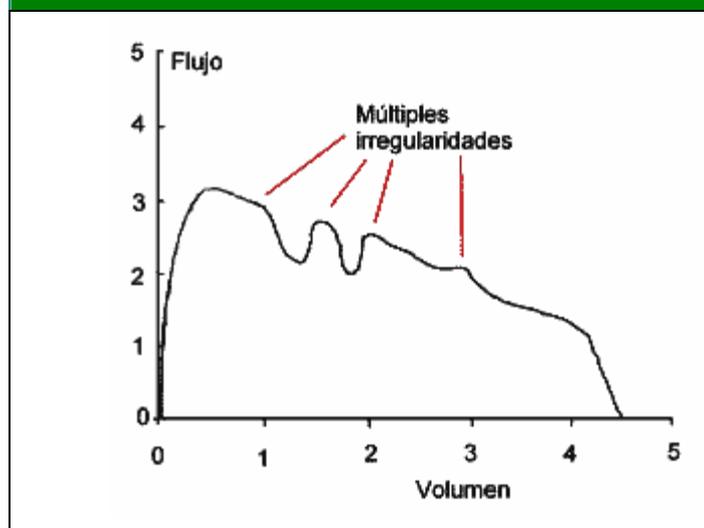
- El paciente sufre episodios de tos durante la realización de la espirometría: la gráfica permite observar aumentos instantáneos de flujo

Espirometría en paciente que presenta accesos de tos.



- El paciente intenta simular: la curva flujo-volumen tendría irregularidades. En éste caso habría además que descartar patología de las vías aéreas centrales

Espirometría en paciente simulador



10. PATRONES ESPIROMÉTRICOS

10.1 PATRÓN OBSTRUCTIVO

Indica una reducción del flujo aéreo y es producido bien por aumento de la resistencia de las vías aéreas (asma, bronquitis), bien por la disminución de la retracción elástica del parénquima (enfisema). Se define como una reducción del flujo espiratorio máximo respecto de la capacidad vital forzada, y se detecta mediante la relación FEV_1/FVC , que será menor del 70%. En los valores espirométricos aparecerá:

FEV_1/FVC disminuido

FEV_1 disminuido

FVC normal

En la curva de flujo – volumen (figura 1) podemos ver cómo la obstrucción se manifiesta en la parte descendente de la curva, en la que aparece una concavidad, que será tanto más pronunciada cuanto mayor sea el grado de obstrucción. De la misma forma, el valor de FEM está disminuido, tanto más cuanto mayor sea la obstrucción.

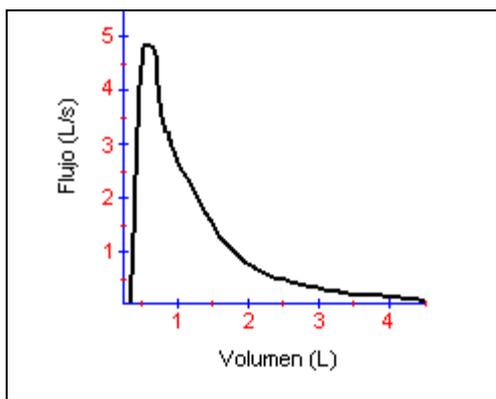


Figura 1

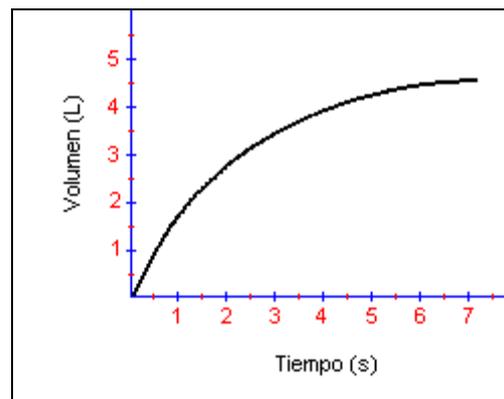


Figura 2

En la curva de volumen – tiempo (figura 2) se puede apreciar cómo la pendiente de la curva es menor que en la curva normal, con una espiración más prolongada (aunque en la figura sólo se han registrado 7 segundos, si el paciente siguiese soplando la curva aún subiría algo más).



10.2 PATRÓN RESTRICTIVO

Se caracteriza por la reducción de la capacidad pulmonar total, ya sea por alteraciones del parénquima (fibrosis, ocupación, amputación...), del tórax (rigidez, deformidad) o de los músculos respiratorios y/o de su inervación. La capacidad pulmonar total es la suma de la capacidad vital y el volumen residual, por lo que para una caracterización completa de la afección será necesaria la medición de los volúmenes estáticos pulmonares, volumen residual incluido (mediante pletismografía o planimetría con radiología torácica).

En atención primaria, sospecharemos restricción cuando en la espirometría aparezca:

FEV₁/FVC normal

FEV₁ disminuido

FVC disminuida

En la curva de flujo – volumen (figura 3) vemos que su forma se asemeja a una curva normal, pero “en miniatura”. Tiene una fase inicial de ascenso rápido, pero el FEM está muy disminuido; la fase de descenso es una pendiente en línea recta, pero acaba pronto, lo que significa que el FVC está también disminuido (es de apenas un litro).

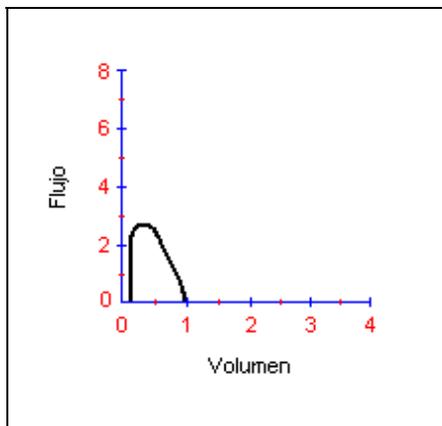


Figura 3

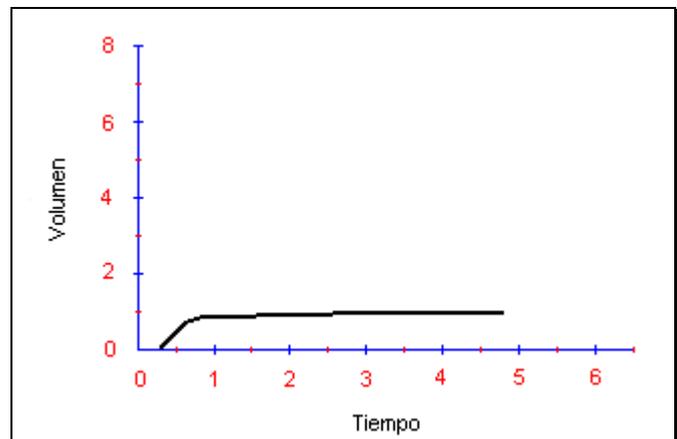


Figura 4



En la curva de volumen – tiempo (figura 4) se ve igualmente que su forma nos recuerda a una curva normal “en miniatura”: El FEV₁ es bajo, pero como la FVC es igualmente baja, la relación FEV₁/FVC permanece dentro de los límites normales.

10.3 PATRÓN MIXTO (OBSTRUCTIVO-RESTRICTIVO)

Combina las características de los dos anteriores. Algunos pacientes de EPOC muy evolucionados, por ejemplo, tienen un grado de obstrucción tal que provoca cierto grado de atrapamiento aéreo. En estos casos, ese aire atrapado se comporta como volumen residual, por lo que disminuye la FVC. Para diferenciar esta situación de otra que tuviera realmente obstrucción y restricción (una bronquitis crónica en un paciente con fibrosis pulmonar, por ejemplo) hay que recurrir a un estudio completo de volúmenes pulmonares en un laboratorio de función pulmonar. En atención primaria sospecharemos un síndrome mixto si encontramos en la espirometría:

FEV₁/FVC disminuido

FEV₁ disminuido

FVC disminuido

Vemos en esta ocasión que la curva de flujo – volumen (figura 5) parece una “miniatura”, pero no de la curva normal, sino de la obstructiva: el FEM es muy bajo y la FVC es igualmente baja, aunque la morfología de la curva es obstructiva.



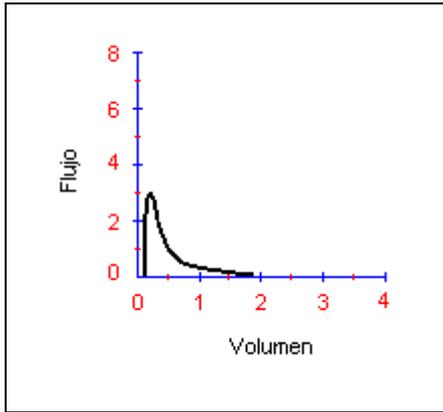


Figura 5

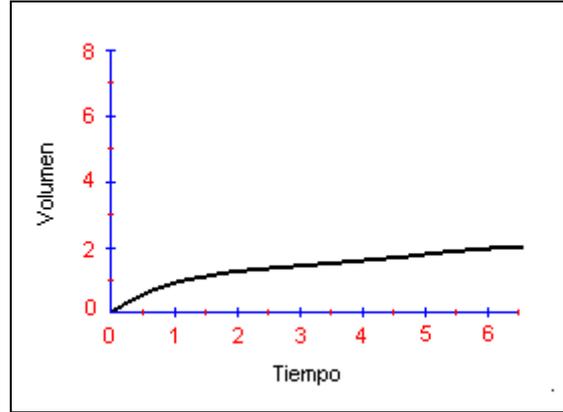


Figura 6

En la curva de volumen – tiempo (figura 6), la morfología es igualmente obstructiva, con un FEV₁ bajo y una espiración prolongada, pero con un FVC bajo, y con una relación FEV₁/FVC baja (en la figura 6 puede verse que el FEV₁ es apenas el 50% de la FVC).

Tabla resumen de los patrones espirométricos

	OBSTRUCTIVO	RESTRICTIVO	MIXTO
FVC	Normal	↓	↓
FEV ₁	↓	↓	↓
FEV ₁ /FVC	↓	Normal	↓

10.4 NORMAS PRÁCTICAS PARA INTERPRETAR UNA ESPIROMETRÍA.

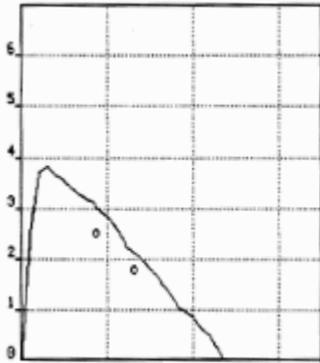
En el momento de interpretar una espirometría, el orden de lectura de las mediciones obtenidas será: 1º, la relación FEV₁/FVC, para ver si existe obstrucción; 2º, la FVC, para comprobar si existe restricción; y por último, el FEV₁.

Si lo que deseamos es valorar la evolución de un paciente con obstrucción, el parámetro más adecuado es el FEV₁.



11. PATRONES ESPIROMÉTRICOS EN EL NIÑO-ADOLESCENTE

11.1 ESPIROMETRÍA NORMAL



El asma en las primeras etapas de la vida se caracteriza por episodios de síntomas que se combinan con períodos asintomáticos. Es frecuente, si se realiza una espirometría en un niño en dicho período, encontrarnos con una espirometría normal.

Morfología de la curva: aceptable y normal ("atrapa" dentro de ella los puntos de los valores de referencia)

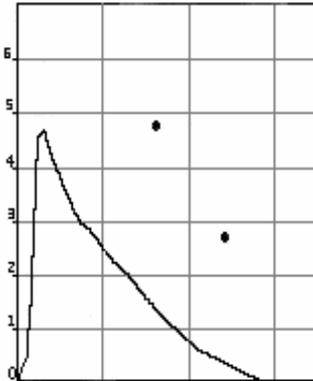
Valores de la curva: FVC, FEV₁, FEV₁/FVC mayor de 80%. FEF₂₅₋₇₅ mayor de 70%

	OBTENIDO	TEORICO	%
FVC	2.20	2.35	93.6
FEV ₁	2.02	2.11	95.7
FEV ₁ /FVC	91.8	89.7	
FEF ₂₅₋₇₅	2.1	2.45	85.7
FET	3.4 segundos		



11.2 PATRÓN OBSTRUCTIVO CLÁSICO

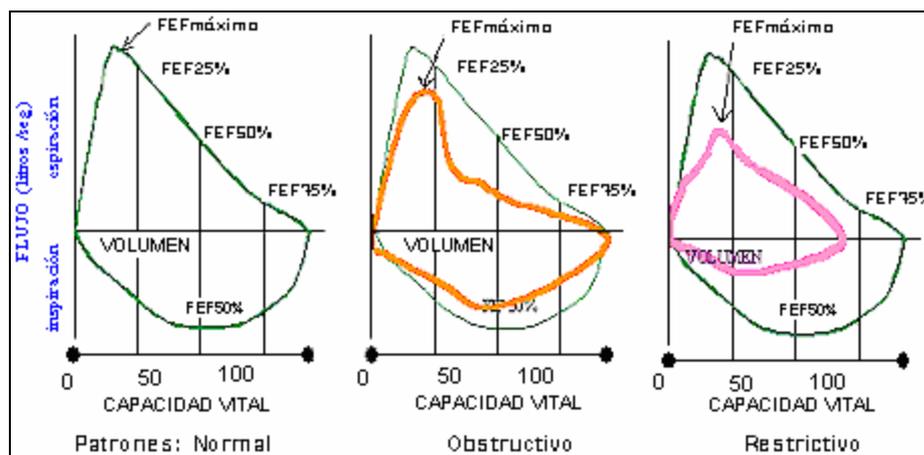
Cuando el asma avanza en su evolución, aparece en la espirometría el patrón obstructivo, típico del asma evolucionado.



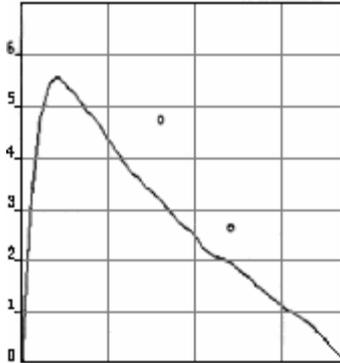
Morfología de la curva: con un ascenso aceptable y un descenso con una curva concava como si huyera de los puntos de referencia, a los que deja siempre por fuera.

Los valores de la curva se comportan tal cual indica la tabla:

	OBTENIDO	TEORICO	%
FVC	2.50	3.23	77
FEV ₁	1.94	2.92	66
FEV ₁ /FVC	67.6	81.7	
FEF25-75	1.63	3.90	42
FET	5.3 segundos		



11.3 FEF 25-75 BAJO COMO ÚNICO DATO



Este patrón es bastante controvertido. Podría tratarse de una situación intermedia entre el patrón normal y el obstructivo. Se encuentra con mucha frecuencia en niños mayores y adolescentes, e indicaría una situación crónica del asma, en una fase incipiente.

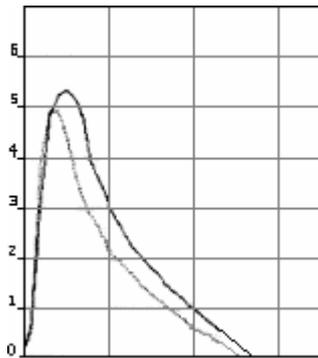
Morfología de la curva: con un ascenso aceptable y un descenso con una curva concava como si huyera de los puntos de referencia, a los que deja siempre por fuera.

Los valores de la curva son normales, con la única salvedad de un FEF25-75 menor del 70%

	OBTENIDO	TEORICO	%
FVC	3.47	3.23	107
FEV ₁	2.87	2.92	98
FEV ₁ /FVC	81	81.7	
FEF25-75	2.58	3.90	66
FET	4.2 segundos		



11.4 FEV1 QUE MEJORA TRAS LA ADMINISTRACIÓN DE BRONCODILATADOR



Esta situación correspondería a lo que denominamos test de broncodilatación. Cómo ya se indicó, ante cualquier niño con sospecha de asma debería realizarse un test de reversibilidad o broncodilatación (y en especial si presenta síntomas agudos).

Los valores de la curva se comportan tal cual indica la tabla:

	PRE-Beta2	POST-Beta2	%
FVC	2.34	2.38	102
FEV ₁	1.87	2.20	117
FEV ₁ /FVC	79.9	89.9	
FEF25-75	1.58	2.27	
FET	4.1	4.3	
FEV ₁ post - FEV ₁ prev / FEV ₁ pre x 100 : 17.6 %			

Se evalúa la mejoría en el FEV₁, aceptándose como test positivo (hay obstrucción reversible) cuando aplicando la formula $[(FEV_1 \text{ post} - FEV_1 \text{ prev}) / FEV_1 \text{ pre} \times 100]$ la mejoría es superior al 15%



12. MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE LOS ESPIRÓMETROS

12.1 MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.

El mantenimiento del espirómetro constituye uno de los aspectos claves para tener el sistema en perfecto estado de funcionamiento. Este mantenimiento deberá realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante.

Es recomendable disponer del manual de funcionamiento del espirómetro que se está usando; esto permite consultar y resolver dudas sobre el funcionamiento, que vendrán resueltas en las instrucciones del fabricante. Se dispondrá de un registro de mantenimiento (anexo 3) donde se realicen anotaciones (con fechas) sobre cualquier incidencia con el espirómetro y otros datos de interés como la calibración del mismo.

El registro de mantenimiento deberá incluir, al menos, los siguientes aspectos:

- Nombre del aparato, modelo, número de serie.
- Registro de la técnica de la calibración, con fechas en que se ha realizado, y resultado.
- Incidencias sobre la aparición de errores o deficiencias en su funcionamiento, las fechas y el tipo de arreglo que se realiza.
- Revisiones rutinarias realizadas por electromedicina y las fechas de las mismas.

12.2 CALIBRACIÓN.

El control de calidad de los equipos y la calibración de los espirómetros son aspectos esenciales para asegurar la validez de las medidas obtenidas y garantizar la precisión de los aparatos.

Básicamente la calibración del sistema consiste en aplicar de forma externa volúmenes (calibración estática) o flujos conocidos (calibración



de la linealidad) mediante sistemas mecánicos y comprobar la exactitud de su medición por el espirómetro. Para ello se utilizan dos tipos de sistemas: para comprobar el volumen se usan jeringas con varios litros de capacidad, y para comprobar la exactitud de la medición de los flujos se usan los generadores de flujo. También se puede realizar una calibración dinámica mediante un descompresor explosivo.

Para cada espirómetro, se deben seguir las indicaciones que suministra el fabricante. La mayor parte de los espirómetros modernos incorporan una función de calibración automatizada, que va dando instrucciones sobre lo que hay que hacer en cada momento, y que una vez vaciada la jeringa dos o tres veces, corrige automáticamente la calibración. La jeringa que se vaya a usar debe estar a las mismas condiciones de humedad y temperatura del lugar donde se va a realizar la calibración. Igualmente, es necesario comprobar de forma periódica que la jeringa no tiene fugas en su estructura.

Siempre debe anotarse en el registro de mantenimiento la fecha en que se realiza la calibración y su resultado.

Tanto la ATS (American Thoracic Society) como la SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica), recomiendan que la calibración por medio de la señal de volumen proporcionada por una jeringa manual se realice diariamente en los espirómetros con neumotacómetro y semanalmente en los espirómetros secos o de agua.

El Distrito Málaga dispone de espirómetros de turbina. Estos equipos deberían ser comprobados de forma regular mediante calibración por el servicio de electromedicina. En la bibliografía consultada no se han encontrado evidencias que concreten la frecuencia necesaria de calibración de este tipo de espirómetros. Por otra parte, algunos fabricantes afirman que su espirómetro no requiere calibración, ya que llevan esta función incorporada y automatizada. No obstante, el grupo encargado de la guía de procedimiento de espirometría en atención primaria ha consensuado que el servicio de electromedicina calibre cada dos meses los espirómetros.



Algunos espirómetros de turbina tienen la posibilidad de adaptar turbinas desechables, con calibración de fábrica, pudiendo en todo caso hacer comprobaciones aleatorias para verificar lo expuesto por el fabricante.

13. LIMPIEZA, DESINFECCIÓN Y CONTROL DE INFECCIONES

En general, los equipos de terapia respiratoria han sido clasificados como semicríticos, porque se ponen en contacto con membranas mucosas pero no penetran la superficie del cuerpo y el riesgo de infección asociado es menor que el de aquellos que penetran tejidos habitualmente estériles. Por ello, han sido implicados muy recientemente y de forma muy escasa en la transmisión de infecciones respiratorias.

Este tipo de aparataje requiere desinfección de alto nivel. Conviene, además, recordar la importancia que el lavado de manos (antes y después de cada paciente) tiene para procedimientos como el que aquí se describe.

Para evitar exponer al paciente al riesgo de contaminación cruzada, ciertos componentes del sensor deben estar esterilizados antes de realizar la prueba. Siempre se usará una boquilla desechable para cada paciente. Sería ideal disponer de 2 turbinas, que permitiese cambiar la turbina para cada paciente, mientras que la que se ha usado anteriormente se esté desinfectando.

El uso de turbinas desechables – al ser de un solo uso - evitaría el proceso de lavado y esterilización.

La limpieza de las partes fijas del equipo y no expuestas al paciente, debe realizarse con un trapo húmedo y posterior secado. No se debe mojar, ni sumergir el equipo ni la fuente de alimentación en ningún líquido. Tampoco se deben usar materiales abrasivos para limpiar el equipo.



Para mantener una correcta precisión de los equipos se requiere una buena limpieza y desinfección. Es muy recomendable, antes de usar el espirómetro, hacer una inspección visual y asegurarse que no haya cuerpos extraños: cabellos u objetos similares depositados dentro del cuerpo de la turbina

La turbina deberá limpiarse y desinfectarse siguiendo el siguiente proceso:

- No hay que esterilizarla en autoclave, porque podría causar daños irreparables.
- Introducir la pieza en agua jabonosa y tras aclarar, sumergir en solución esterilizante fría.
- Moverla dentro de la solución para remover cualquier impureza contenida dentro y fuera de la pieza. Dejar en remojo de 10 a 30 minutos.
- Enjuagar bien en agua limpia o agua destilada.
- No hay que exponer la turbina a un chorro de agua directo o aire. Por ello, para el aclarado - tanto después de la solución jabonosa, como la solución esterilizante - es mejor sumergirla en un recipiente que contenga agua limpia y/o agua destilada e ir moviendo la pieza para un correcto aclarado. Tampoco hay que permitir que entre en contacto con líquidos a altas temperaturas, ni que entre polvo u objetos extraños como pelos, hilos...
- Sacudir la turbina para quitar el resto de agua y dejar secar en una superficie limpia en posición vertical.
- Cuando esté seca insertarla en el sensor optoelectrónico.
- Otros elementos externos como las pinzas nasales conviene que sean de un solo uso, al menos las almohadillas o esponjas que se ponen en contacto directo con la piel. Si no fuera posible, estos dispositivos deben estar siempre limpios, lavados con agua y detergente e interponiendo entre la pinza y la piel una gasa o papel de algodón desechable.



14. GLOSARIO DE SIGLAS, SÍMBOLOS Y CONCEPTOS

SIGLAS	SIGNIFICADO	UNIDAD	CONCEPTO
Vc	Volumen corriente	ml o l	Aire movilizado en cada respiración normal
VR	Volumen residual	ml o l	Aire que queda en el pulmón después de una espiración máxima
VRI	Volumen de reserva inspiratoria	ml o l	
VRE	Volumen de reserva espiratoria	ml o l	
CI	Capacidad inspiratoria	ml o l	$CI = Vc + VRI$
CRF	Capacidad residual funcional	ml o l	$CRF = VR + VRE$
CVI	Capacidad vital	ml o l	$CVI = VRE + Vc + VRI$
CPT	Capacidad pulmonar total	ml o l	$CPT = VR + VRE + Vc + VRI$
FEV ₁	Volumen espirado en el primer segundo	ml o l	Volumen de aire que puede ser expulsado de los pulmones en el primer segundo de una espiración forzada.
FEV ₁ /FVC	Relación entre el FEV ₁ y la FVC	%	
FVC	Capacidad vital forzada	ml o l	Volumen de aire que puede ser expulsado de los pulmones en una maniobra forzada
FEF 25-75	Flujo espiratorio forzado 25-75	l/min	Volumen de aire espirado entre el 25 y el 75% de la FVC



15. BIBLIOGRAFÍA

1. Sanchis J, Casan P, Castillo J, Gonzalez N, Palenciano L, Roca J
Normativa para la práctica de la espirometría forzada. Arch Bronconeumol
1989;25:132-142
2. Standardization of Spirometry 1994. Update. American Thoracic Society .
Am J. Respir Crit Care Med 1995;152:1107-1136
3. Standardized Lung Function Testing. Official Statement of the European
Respiratory Society . Eur Respir J 1993;6,suppl.16:5-40
4. Giner J, Casán P, Berrojalbiz MA, Burgos F, Macian V y Sanchis J.
Cumplimiento de las “recomendaciones” SEPAR sobre la espirometría. Arch
Bronconeumol 1996;32:516-522
5. Torres A, Burgos F, Casán P, Gravalos J, Martínez Moratalla J, Pi-Sunyer
T. Normativa sobre el control microbiológico en los equipos de función y
terapia respiratoria (1995). Recomendaciones SEPAR. Ed Doyma .
Barcelona 1998.
6. Clausen J L . Lung volume equipment and infection control. Eur Respir J
1997;10:1928-1932.
7. Manual de Procedimientos de realización de Pruebas Funcionales
Respiratorias. UGC San Andrés Torcal, versión 1, mayo-05.
8. Proceso Asistencial Integrado EPOC, Consejería de Salud Junta de
Andalucía. Resumen del Plan de Cuidados Enfermeros en el Proceso
Asistencial Integrado EPOC.
9. Grupo de Vías Respiratorias. Protocolo de Espirometría Forzada. El
Pediatra de A. P. y Espirometría Forzada. Pardos Martínez C. Pons Tubio
A, Ubeda Sansano I. Asociación Española de Pediatría de Atención
Primaria. Octubre-06.
10. G.O.L.D.-07 (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease).
11. Portal Web de Aplicaciones Distrito Sanitario Málaga. Guía Rápida Enf.
Pulmonar Obstruccion Crónica. Normas de Calidad en A.P. Normas de
Calidad incluidas en el Contrato Programa Consejería 2002.



12. Registro en Diraya de Procesos y cartera de servicios en Centros de Salud. Área de Sistemas y Tecnologías de la Información, Distrito Sanitario Málaga. Enero 2008.
13. <http://www.semm.org/esp.html> (consultada el 4 de julio de 2008)
14. <http://www.respirar.org/espirom/modulo5te.htm> (consultada el 4 de julio de 2008)
15. Millar MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, Gustafsson P, Jensen R, Jonson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26: 319–338
16. Eaton T, Withy S, Garrett JE, Mercer J, Whitlock RML, Rea HH. Spirometry in Primary Care Practice: The importance of quality assurance and the impact of spirometry workshops. *Chest* 1999;116:416-423
17. Schermer TR, Jacobs JE, Chavannes NH, Hartman J, Folgering HT, Bottema BJ, van Weel C. Validity of spirometric testing in a general practice population of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax* 2003;58:861-866



16. ANEXOS

ANEXO 1: INSTRUCCIONES PARA EL PACIENTE PREVIAS A LA REALIZACIÓN DE LA ESPIROMETRÍA



Información al usuario

La espirometría es un estudio que, combinado con otras pruebas, se utiliza para diagnosticar y valorar enfermedades del aparato respiratorio. Con la espirometría se registra y mide la cantidad de aire que entra y sale del pulmón, de forma lenta (Capacidad Vital) o forzada (Capacidad Vital Forzada). Es una exploración relativamente fácil de realizar que requiere de su máxima colaboración. Su realización necesita de un esfuerzo máximo por su parte.

¿QUÉ ME VAN A HACER?

- Le vamos a hacer "soplar" y el aparato va a medir la cantidad de aire que usted puede expulsar. La enfermera que le realizará la prueba le dará órdenes enérgicas, a veces incluso gritando. No se preocupe, es normal.

¿PARA QUÉ SE HACE?

- Podemos valorar la función respiratoria, tanto en condiciones normales (espirometría basal) como después de usar el tratamiento (test de broncodilatación). Por tanto, nos ayuda a diagnosticar y ver la evolución de su patología.

¿ME CAUSARÁ MOLESTIAS?

¿Qué tendrá que hacer?

- Esta prueba no duele; es fácil de realizar con su colaboración. Cuesta a veces de realizar correctamente, pero **NO duele**. Durará de **15 a 20 minutos**.

- Tras inspirar profundamente deberá **soplar de golpe**, con toda la fuerza que pueda y prolongar ese esfuerzo hasta que le indiquen y así conseguir expulsar la mayor cantidad de aire posible.

- Para su correcta valoración como mínimo deben ser realizadas tres determinaciones.

- No debe comprimir el abdomen **ni llevar ropa que le comprima** (fajas). Si es necesario utilizar algún tipo de faja o arnés debe comunicarlo a la persona que le realice la técnica.



¿TENGO QUE HACER ALGO ANTES DE IR A REALIZAR LA PRUEBA?

- **No es necesario que esté en ayunas** pero debe evitar comidas abundantes y bebidas con cafeína, teína o cola.

- **No debe realizar ejercicio vigoroso** al menos 30 minutos antes de realizar la prueba.

- Es necesario que **suspenda toda la medicación relacionada con su aparato respiratorio (inhaladores) desde la noche anterior**. Si lo toma dígalos en el momento de realizar la prueba.

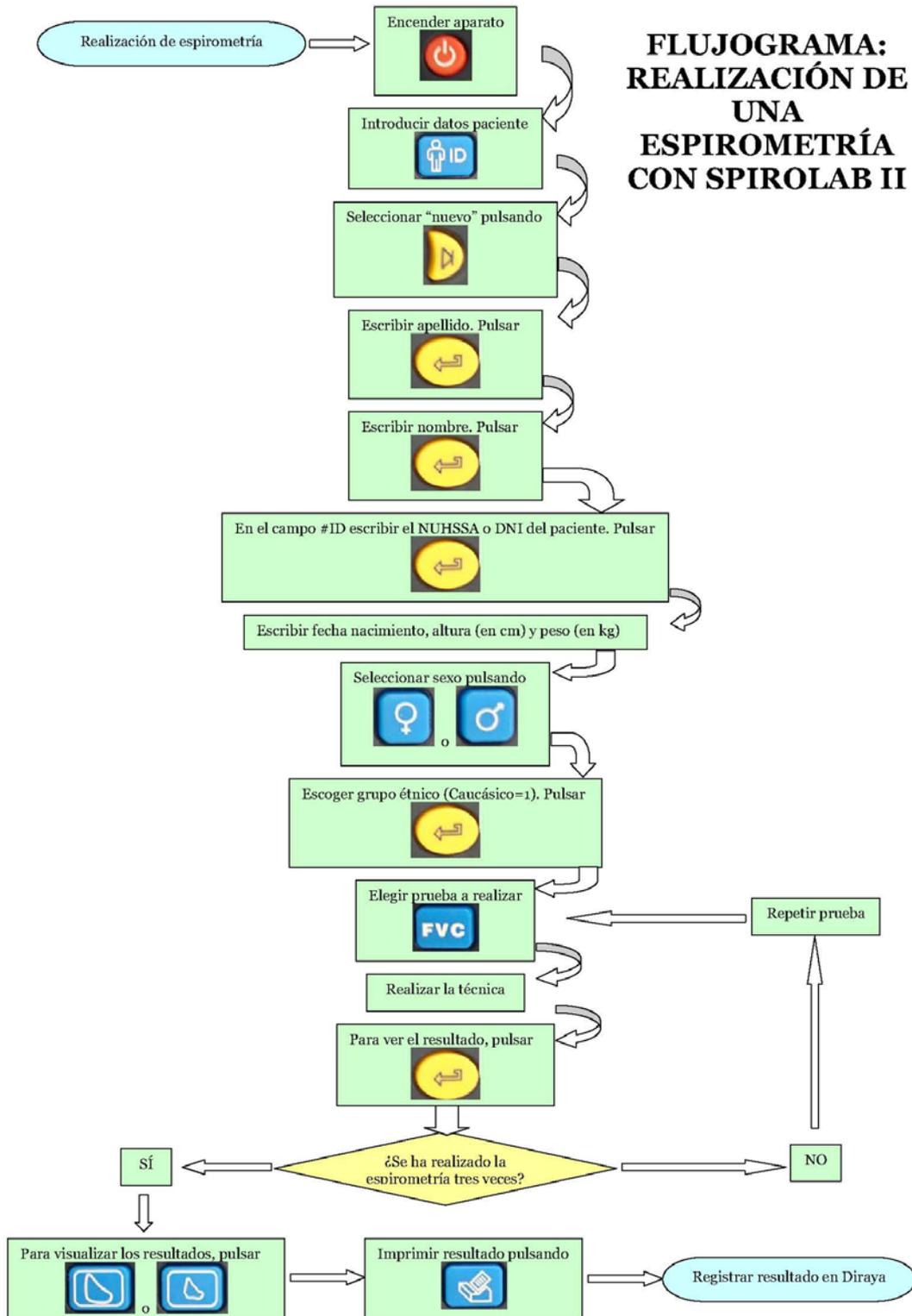
- Es conveniente que se lave los dientes o que se enjuague la boca. Aunque no es imprescindible, sería recomendable que acudiera sin pintura de labios ni laca de uñas.

- **En caso de intervención quirúrgica** reciente o de enfermedades no respiratorias (cardíacas, perforación de tímpano, glaucoma, etc.) deberá comentarlas a la enfermera/o que le realice la prueba.

- **No puede fumar como mínimo desde seis horas** antes de realizarse el estudio. De todos modos Ud. sabe que el mejor tratamiento para su enfermedad es dejar de fumar.



ANEXO 2: FLUJOGRAMA PARA LA REALIZACIÓN DE UNA ESPIROMETRÍA CON EL ESPIRÓMETRO SPIROLAB-II



**ANEXO 3: MODELO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE
ESPIRÓMETROS**

**REGISTRO DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE
ESPIRÓMETROS**

1. *Nombre y modelo de espirómetro:*

Spirolab II
 Datospir 120 A
 Otro (especificar):.....

2. *Número de serie:*.....

3. *Calibración del espirómetro:*

Fecha	Resultado de la calibración	
	Ok <input type="checkbox"/>	Error <input type="checkbox"/>
	Ok <input type="checkbox"/>	Error <input type="checkbox"/>
	Ok <input type="checkbox"/>	Error <input type="checkbox"/>
	Ok <input type="checkbox"/>	Error <input type="checkbox"/>
	Ok <input type="checkbox"/>	Error <input type="checkbox"/>
	Ok <input type="checkbox"/>	Error <input type="checkbox"/>

4. *Incidencias o errores detectados en el espirómetro:*

Fecha	Descripción de incidencia o error	Solución

5. *Revisiones periódicas por el servicio de electromedicina:*

Fecha	Revisión realizada	Fecha próxima revisión

