

Valoración funcional respiratoria

Dr. Carlos Martínez Rivera. *Hospital Germans Trias i Pujol. Badalona*

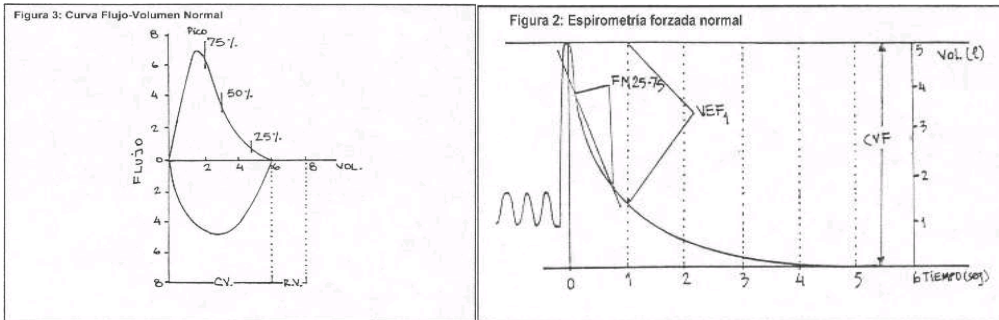
En la evaluación del paciente con patología respiratoria son básicas las pruebas que evalúan la función respiratoria.

Éstas podrían ser divididas entre aquellas que miden la capacidad de movilizar volúmenes de O₂ y las que evalúan como el O₂ y el CO₂ alveolar puede trasladarse al capilar. En el primer caso estaremos hablando de pruebas como la espirometría, la medición de volúmenes pulmonares. En el segundo caso hablaríamos de la gasometría y un cálculo derivado de la misma, como es la diferencia alveolocapilar; y de la prueba de difusión de CO (DLCO). Finalmente haré mención de una prueba que evalúa la función muscular respiratoria como es la medición de las presiones máximas inspiratoria y espiratoria.

ESPIROMETRIA:

La espirometría es el análisis de la magnitud absoluta de los volúmenes pulmonares y la rapidez con que estos pueden ser movilizados (flujos aéreos). Las herramientas para medirlos son los espirómetros. Hay dos tipos: los espirógrafos o espirómetros de volumen y los neumotacómetros o espirómetros de flujo, que son los que actualmente están en uso. Estos miden el flujo a partir de una resistencia conocida que produce una diferencia de presión entre uno y otro lado del paso de aire. Se obtiene dos curvas; la curva flujo/volumen y la curva volumen/tiempo. La primera nos permite obtener datos respecto al flujo espiratorio máximo y además permite analizar de manera eficaz la validez de la maniobra. ¿Cómo se realiza la maniobra? Hay que realizar un comienzo brusco desde la capacidad pulmonar total, y continuar hasta flujo < 25 ml/s. La maniobra dura un mínimo de 6 segundos y puede llegar hasta 12. Hay que incentivar al paciente para el esfuerzo máximo. La aceptabilidad de la maniobra se constata mediante el análisis gráfico de la curva flujo/volumen y constatando una variabilidad < 5% en tres maniobras espirométricas. La ventaja de realizar una espirometría forzada respecto a la lenta es fundamentalmente la alta reproducibilidad pues cada paciente tiene una única curva. Esta define un límite al flujo esfuerzo independiente a partir del 15% del inicio de la prueba; es decir una vez se ha obtenido el pico de flujo el resto de la curva definirá el máximo flujo que puede ser conseguido a cualquier volumen a partir de entonces. Hay dos tipos de curvas: la curva flujo/volumen y la volumen/tiempo. La primera nos proporciona más información que la segunda y es la que se utiliza casi exclusivamente. Nos da información sobre el pico de flujo, sobre la validez de la prueba, y la morfología de la misma nos da información añadida sobre el carácter obstructivo o restrictivo de la enfermedad. Cuando la curva es cóncava hemos de

sospechar de obstrucción, si el área bajo la curva de la misma está por debajo de la curva de referencia hemos de sospechar patología.



Parámetros espirométricos obtenidos:

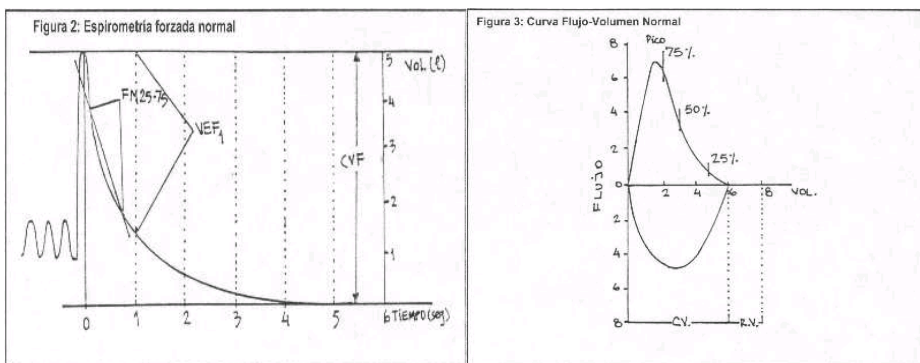
Capacidad Vital Forzada(FVC): es el total del volumen de aire expulsado, indicador de capacidad pulmonar (ml). Si hay obstrucción de vía aérea la FVC será menor a la VC por el colapso dinámico de la vía aérea pequeña.

Volumen máximo expirado en el primer segundo(FEV1): porción del FVC expulsado en el primer segundo de la maniobra. Parámetro de flujo (ml/s)

Porcentaje FEV1/FVC: volumen de aire expulsado en el primer segundo respecto al máximo volumen expulsado (%)

Flujo espiratorio máximo entre el 25 y 75 % de la FVC(FEF25-75): relación entre volumen expulsado entre el 25 y 75% de la FVC y el tiempo en expulsarlo. Parámetro de flujo(ml/s). Influenciado por cambios vías pequeñas, en fases precoces y asintomáticas de la enfermedad

Flujo espiratorio máximo o pico de flujo (FEM): flujo máximo conseguido en la espiración forzada. Se genera antes de expulsar el 15% de la FVC.



Los diferentes flujos y volúmenes varían en función de sexo, raza, altura y peso. Por ello se han construido diferentes ecuaciones de referencia, y cada laboratorio utiliza las que mejor se adaptan a la población que tratan. Habitualmente en nuestro entorno se utilizan las que la

SEPAR recomendó ya en 1985 (Roca y col). Las ecuaciones de referencia proporcionan valores de referencia, aunque habría que comentar que en hombres los valores son más grandes que en mujeres a igualdad de altura y edad. También se ha visto que en blancos la FEV1 es mayor que en asiáticos, y que los africanos tienen valores intermedios. El máximo nivel de FEV1 se obtiene entre los 18 y los 25 años. Entre ambas edades no cambian los valores. A partir de los 30 años se produce una disminución de 30ml/año del FEV1. Es interesante comentar que para que la variación anual no se considere propia de la variabilidad intrínseca a la prueba se considera que el cambio ha de ser mayor al 15%; tanto en el FEV1 como en el FVC.

El análisis de las curvas y los diferentes parámetros permiten establecer el tipo de alteración ventilatoria. Los trastornos ventilatorios que se pueden diagnosticar con la espirometría son los obstructivos. Para diagnosticar uno restrictivo o mixto necesitamos de los volúmenes, de la Capacidad Pulmonar Total (TLC).

Alteración Ventilatoria Obstructiva: Se produce una desproporcionada reducción en el flujo aéreo máximo espirado en el primer segundo respecto al máximo que puede ser desplazado. Esto puede ser o bien por aumento en la resistencia de las vías aéreas en el contexto de un paciente EPOC por bronquitis crónica o bien con Asma; o bien por disminución en la presión elástica de retracción que es lo que ocurre con un paciente con Enfisema.

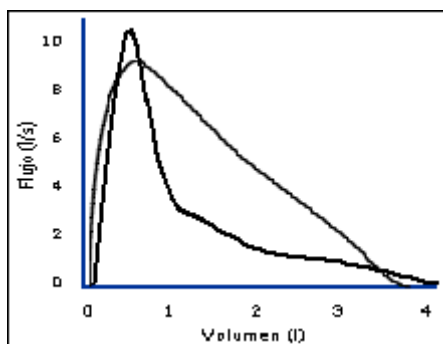
Parámetros obtenidos:

Índice FEV1/FVC < 70%. FVC disminuido o normal. FEV1 disminuido. FEF25-75% disminuidos.

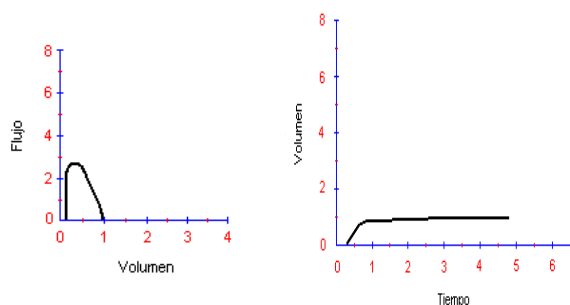
Los grados de severidad vienen determinados por la severidad de la disminución del FEV1

Intensidad	FVC, FEV ₁ o ambos expresado como % del valor de referencia
Ligera	Hasta el 65%
Moderada	Entre el 64% y el 50%
Intensa	Entre el 49% y el 35%
Muy intensa	< 35%

Curvas obtenidas: característicamente estas curvas muestran una concavidad, que en situaciones iniciales de obstrucción es hacia el final de la curva pero que más tarde es durante toda la curva, y ya en situaciones de máxima severidad se acompaña de un FEM muy disminuido.



Alteración Ventilatoria Restrictiva: Los datos que se obtienen en una espirometría es disminución del FVC con y sin disminución del FEV1 y una relación FEV1/FVC aumentada por encima del 80-85%. La presión de retracción elástica de los pulmones es normal o está aumentada y las vías aéreas “abiertas” por lo que el volumen que puede salir en el primer segundo respecto a la capacidad vital es mayor del 80-85%. Esto viene reflejado en las curvas.



La confirmación diagnóstica requiere de los volúmenes que mostrarán una TLC disminuida.

Indicaciones de la espirometría:

Detección y evaluación de la enfermedad: Es decir una indicación sería el diagnóstico y la detección precoz, o detectar enfermedad de vía pequeña.

Control evolutivo de la enfermedad: importancia de los valores absolutos, que seguiremos a lo largo de los años.

Monitorización del tratamiento: Por ejemplo la FEM en el asma bronquial o los volúmenes en enfermedades intersticiales.

Evaluación preoperatoria: son parámetros altamente predictivos de complicaciones, en cirugía torácica i abdominal alta. Han de valorarse en pacientes >70 años, obesos, fumadores con síntomas de bronquitis, antecedente de enfermedad respiratoria crónica y siempre en cirugía torácica.

Evaluación de Incapacidad laboral

Identificación de fumador de alto riesgo: si disminución anual $>50\text{ml/a}$ del FEV1 hay que realizar máximos esfuerzos en la supresión del tabaco.

Estudio del asma e hiperreactividad bronquial: la prueba broncodilatadora (PBD) o la de hiperrespuesta bronquial permite detectar reversibilidad de la obstrucción y/o cuantificar el grado de hiperreactividad bronquial. Sabemos que una PBD es positiva si muestra un aumento del FEV1 $> 12\%$ o 200 ml.

Detección y localización estenosis vía alta: hemos de sospechar obstrucción extratorácica siempre que la ratio FEV1/FEM sea mayor de 8. En las extratorácicas se produce aplanamiento de la curva inspiratoria; si es variable. Si es fija el aplanamiento también se da en el asa espiratoria. En las estenosis intratorácicas el aplanamiento es en la curva espiratoria.

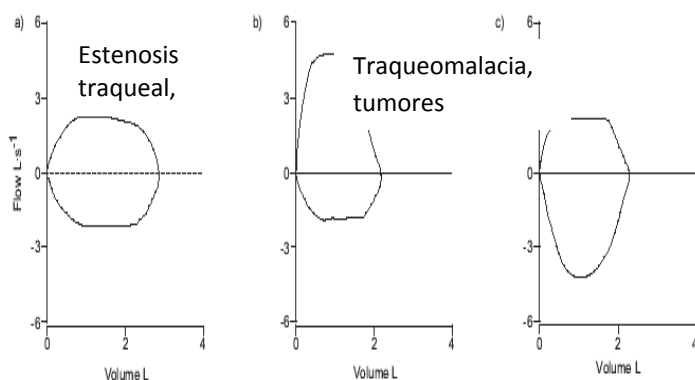
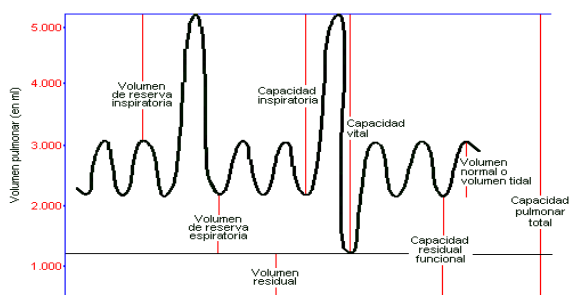


FIGURE 3. Idealised examples of a) fixed, b) variable extrathoracic, and c) variable intrathoracic airway obstruction.

VOLÚMENES PULMONARES

Se miden con procedimientos que permiten medir los volúmenes de aire no movilizables que se encuentran en el pulmón. Los tres valores principales obtenidos son el Volumen Residual (volumen que queda en el pulmón después de una espiración forzada), la Capacidad Residual funcional (volumen que queda en el pulmón después de una espiración durante una respiración normal) y la Capacidad Pulmonar Total (volumen de aire que queda en el pulmón después de una inspiración profunda). Se pueden medir por técnica de dilución de gases inertes (Helio) o bien mediante pletismografía. La primera no podrá obtener el volumen procedente de unidades que no estén en contacto con la vía aérea (bullas).



Resultados de normalidad:

TLC 80-120%

FRC: 65-120%

RV: 65-120%

Causas de Alteración Ventilatoria Restrictiva (TLC<80%)

Enfermedad de parénquima y/o pleura

Enfermedad de caja torácica(escoliosis, toracoplastia)

Disminución de fuerza muscular

Déficit neurológico

Amputación u ocupación de espacio

Obesidad severa

Severidad de la alteración Ventilatoria Restrictiva

Ligera:70-80%

Moderada: 50-70%

Grave:35-50%

Muy Grave: <34%

Causas de Alteración Ventilatoria Mixta: este tipo de alteración se da cuando encontramos un FEV1/FVC disminuido y una TLC disminuida

EPOC coincidente con fibrosis pulmonar

Obstrucción al flujo aéreo (EPOC) en paciente neumonectomizado

Hiperinsuflación: CV disminuida condicionada per gran RV. Los volúmenes aclararan el origen obstructivo.

Hiperinsuflación: RV/TLC >120%

FRC>120%

Principalmente se observa en enfisemas evolucionados.

CAPACIDAD DE DIFUSIÓN DEL CO (DLCO)

La DLCO se refiere a la cantidad de CO que se transfiere a través de la membrana alveolocapilar, por unidad de tiempo. Refleja la disponibilidad para intercambio de gases de la superficie vascular y alveolar, tanto en área como en grosor. También informa del volumen

sanguíneo capilar (disminuido por ejemplo en la hipertensión pulmonar). Habrá que tener en cuenta que en enfermos con gran disminución de Hb; por ejemplo sometidos a quimioterapia, habrá que corregir por Hb.

Los valores de referencia:

DLCO %	SEVERIDAD
80-140	Normal
60-80	Ligera
40-60	Moderada
<40	Grave

Enfermedades en la que la DLCO estará aumentada:

Policitemia , Hemorragia alveolar, Shunt intracardiaco izquierda-derecha, Asma (aumentado o normal).

Enfermedades en la que la DLCO estará disminuida:

Anemia, Fallo cardíaco congestivo, Embolismo pulmonar, Hipertensión pulmonar, Enfisema, Enfermedades Intersticiales.

Utilidad de la DLCO

Valor pronóstico en pacientes con fibrosis pulmonar idiopática, hipertensión pulmonar primaria, EPOC

Valoración preoperatoria del riesgo quirúrgico de la cirugía torácica

Detección precoz de enfisema o enfermedad intersticial

Si presenta una alteración ventilatoria restrictiva diferencia la enfermedad de caja o neuromuscular de patología intersticial.

Si presenta alteración ventilatoria obstructiva sugerirá la presencia de enfisema.

GASOMETRÍA ARTERIAL

Mide la presión parcial de O₂, de CO₂ y el pH. De estas variables se derivará la SatO₂, el HCO₃ y el Exceso de Base. La pO₂ es el resultado del intercambio de gases. El valor de SaO₂ refleja el de pO₂. A partir del pO₂ la hemoglobina se satura(SatO₂). La curva de disociación de oxihemoglobina explica la relación entre estas dos variables.

Valores de la Gasometría Arterial

PO ₂ 70-79	Hipoxemia leve
PO ₂ 60-69	Hipoxemia moderada
PO ₂ <60	Insuficiencia respiratoria

Insuficiencia respiratoria

PCO ₂ 35-45	Normocápnica
PCO ₂ < 35	Hipocápnica
PCO ₂ > 45	Hipercápnica

Gradiente alveolo-arterial:

Es la diferencia entre la pO₂ en alvéolo y la pO₂ en sangre. Indica eficacia del parénquima como intercambiador de O₂ i CO₂

$$AaPO_2 = pO_2\text{alveolar}(pAO_2) - pO_2\text{arterial}(paO_2)$$

$$pAO_2 = \{FIO_2 \times (P_{\text{Barométrica}} - PH_2O)\} - paCO_2/R$$

$$pAO_2 = 150 - paCO_2$$

$$AaPO_2 = 150 - paCO_2(pAO_2) - pO_2\text{arterial}(paO_2)$$

AaPO₂ normal: < 15-20 mm

El gradiente etiqueta la causa de insuficiencia respiratoria

- AaPO₂ <15-20; causa extrapulmonar
- AaPO₂ >20; causa intrapulmonar

También valorar evolución clínica al margen de la FIO₂, pues se incorpora en la fórmula. Solo para FIO₂ >40% hemos de prescindir del AaPO₂ y se requerirá la utilización del paO₂/FiO₂. Un paO₂/FiO₂ < 300 será patológico y por debajo de 200 nos ha de hacer pensar en la posibilidad de distress respiratorio.

FUNCIÓN MUSCULAR RESPIRATORIA

Una alteración en la fuerza muscular respiratoria, principalmente si se refiere a la fuerza de contracción diafragmática, podría ser fácilmente sugerida estudiando las presiones en boca; inspiratorias fundamentalmente.

Así una presión inspiratoria máxima $< 50\%$ sugerirá la posibilidad de disfunción muscular con bastante fiabilidad. Hay diferentes tablas de valores de referencia. Las más utilizadas son la de Morales y col. y la de Black y Hyatt (abajo referida).

	PIM	PEM
Hombres	$143 - 0,55 \times \text{Edad}$	$268 - 1,03 \times \text{Edad}$
Mujeres	$104 - 0,51 \times \text{Edad}$	$170 - 0,53 \times \text{Edad}$

NOTAS