

Espirometría



La respiración es un mecanismo complejo que engloba cuatro grandes procesos:

- **Ventilación pulmonar:**
Entrada y salida del aire en los pulmones.
- **Difusión de los gases (O_2 y CO_2)**
entre los alvéolos y la sangre.
- **Transporte del O_2 y CO_2**
en sangre hasta las células, y viceversa.
- **Regulación neurológica de la respiración.**

La espirometría valora la mecánica de la entrada y salida de aire de los pulmones.

Espirometría:

es la técnica que mide los flujos y volúmenes respiratorios útiles para el diagnóstico y seguimiento de patologías respiratorias.

Puede ser simple o forzada.

Indicaciones

- Evaluar síntomas y signos (disnea, tos, opresión torácica...).
- Valorar gravedad de enfermedades pulmonares o de sus reagudizaciones.
- Valoración de la respuesta a medicamentos (Seguimiento del FEV1).
- Valoración del riesgo preoperatorio de cirugía torácica o abdominal alta. Un FEV1 de 850 ml o del 30% del valor de referencia es el límite de operabilidad.
- Prueba de cribado de pacientes en riesgo de padecer enfermedades respiratorias: fumadores, exposición laboral a sustancias nocivas...
 - Evaluación de discapacidades
- Valoración del pronóstico: en pacientes de EPOC, un FEV1 < 1.000 ml indica supervivencia a los cinco años del 50%. Es criterio para indicar trasplante pulmonar, cuando el FEV1 postbroncodilatación es el 25%-30% del teórico en la EPOC, y existen otros signos (ej.-hipercapnia, hipoxemia en reposo o hipertensión pulmonar).
- Valoración del estado de salud de deportistas, bomberos, etc.
- Seguimiento de personas expuestas a sustancias nocivas (gases, sílice, productos volátiles, humos...) o fármacos con toxicidad pulmonar.
- Evaluación de discapacidades para seguros médicos, valoraciones legales, etc.

Contraindicaciones absolutas:

- Hemoptisis de origen desconocido.
 - Neumotórax.
- Enfermedad cardiovascular inestable (ángor inestable, infarto reciente, tromboembolismo).
 - Aneurismas.
 - Desprendimiento de retina.
- Cirugía reciente torácica, abdominal o del ojo.

Contraindicaciones relativas:

No permiten obtener trazados de calidad aceptable,

- No comprender bien la maniobra (niños < 5-6 años, ancianos, deterioro psíquico).
- Estado físico muy deteriorado (caquexia...).
- Traqueotomía (se requiere una cánula especial).
- Problemas bucales y/o faciales (paladar hendido, labio leporino, disostosis faciales, hemiplejia facial...) que impidan el correcto sellado de la boca alrededor de la boquilla y/o faciliten el escape de aire.
- Náuseas incontrolables al introducir la boquilla.
- Falta de colaboración del paciente (simuladores, depresión grave...).

Complicaciones:

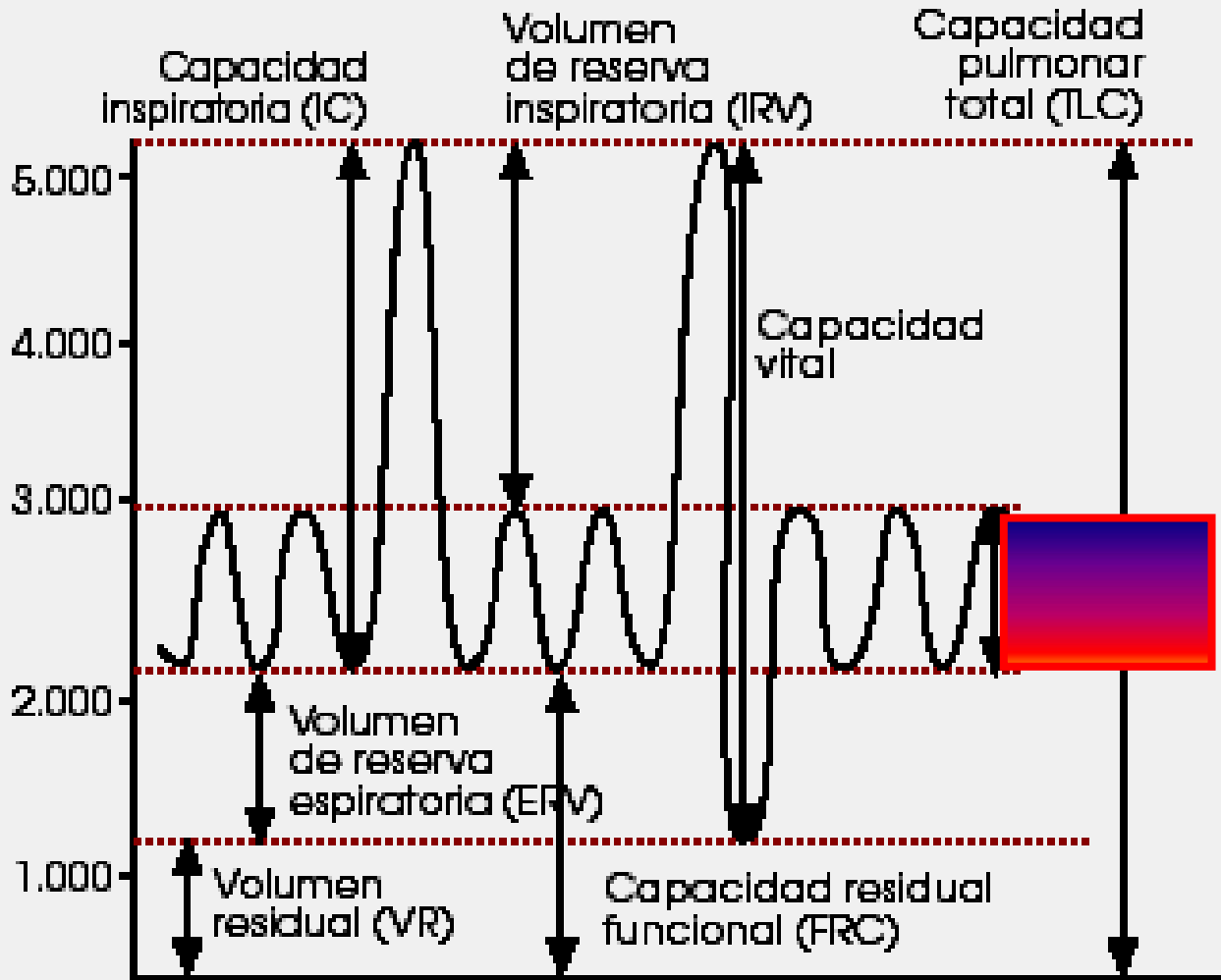
son casi anecdóticas:

- Síncope.
- Accesos de tos paroxística.
 - Dolor torácico.
 - Broncoespasmo.
- Adquisición de infecciones nosocomiales.
 - Neumotórax.
- Incremento de la presión intracraneal.

Espirometría simple:

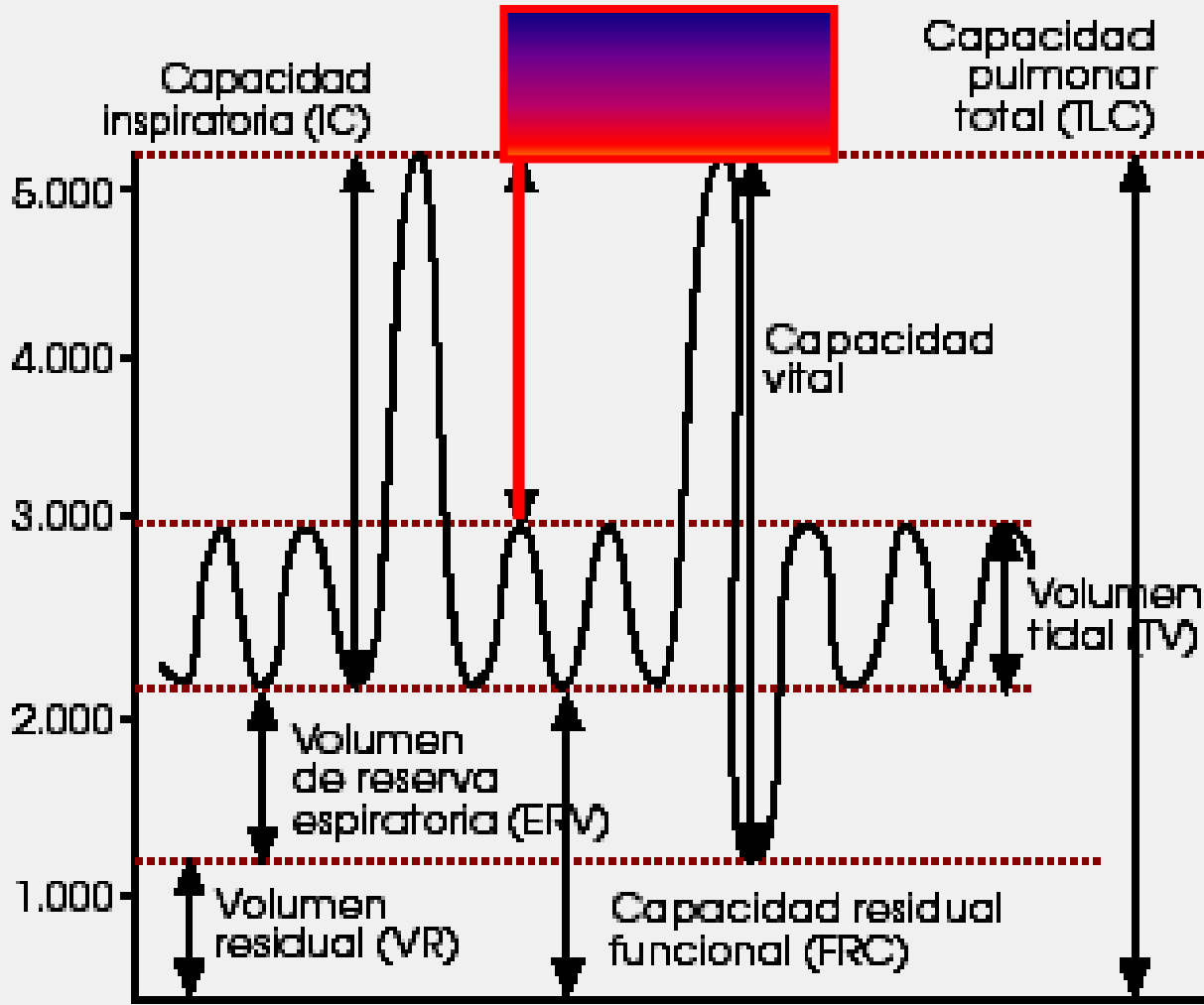
consiste en solicitar al paciente que, tras una inspiración máxima, expulse todo el aire de sus pulmones durante el tiempo que necesite para ello.

Así se obtiene los siguientes volúmenes y capacidades pulmonares:



Volumen normal o corriente o Tidal: V_t .
Corresponde al aire que se utiliza en cada respiración.

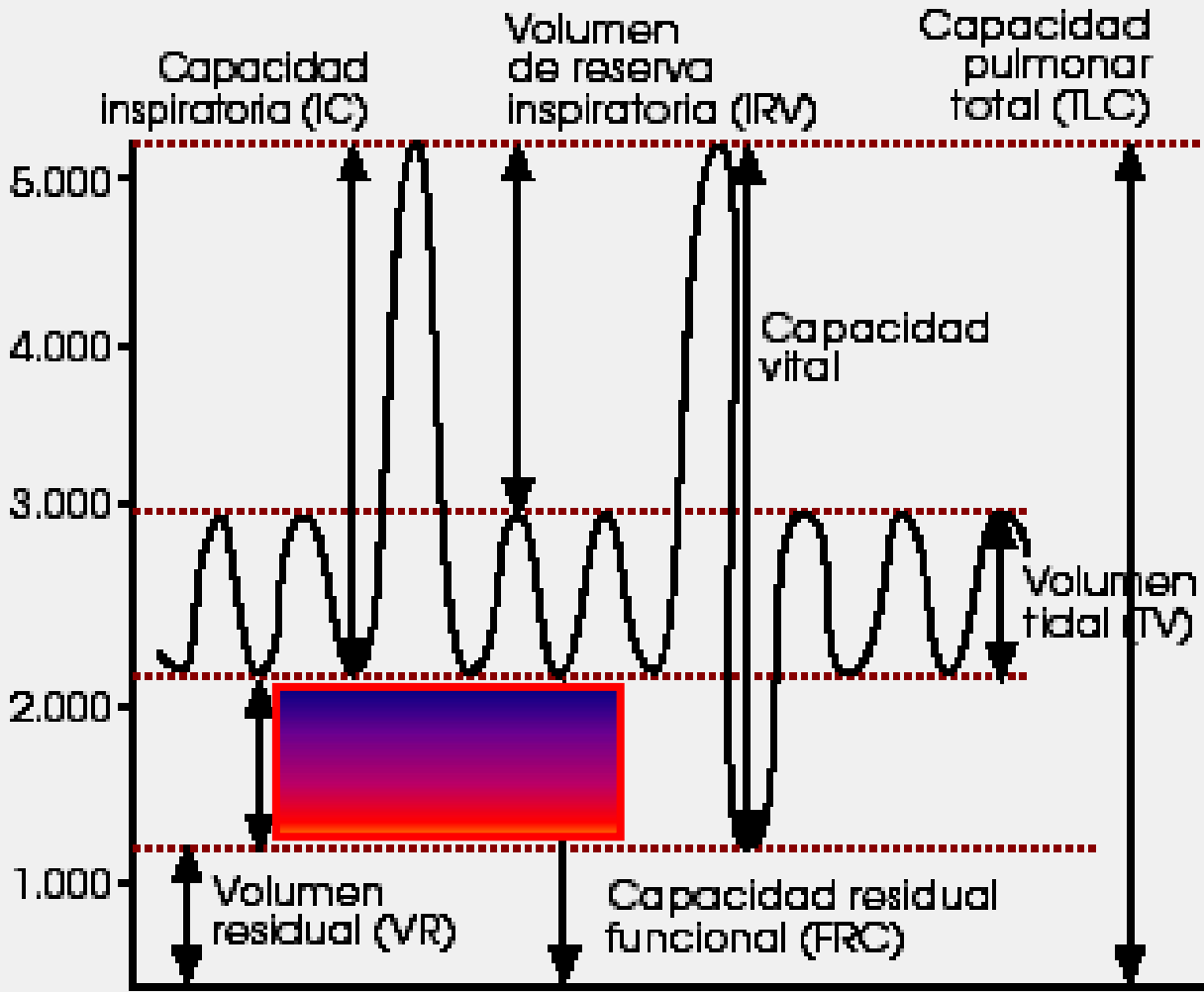
Volúmenes y capacidades pulmonares:



Volumen de reserva inspiratoria: VRI.

Corresponde al máximo volumen inspirado a partir del volumen corriente.

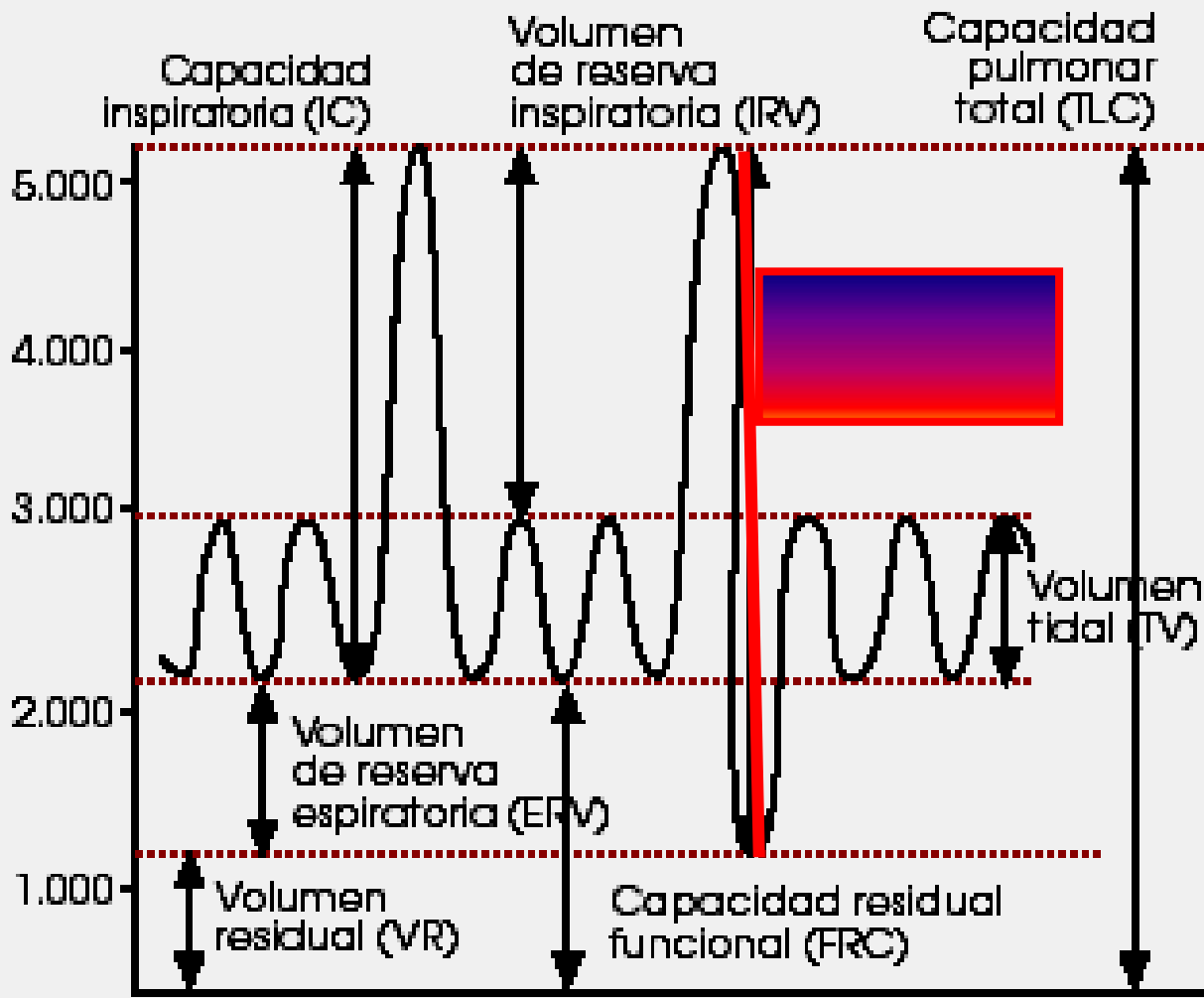
Volúmenes y capacidades pulmonares:



Volumen de reserva espiratoria: VRE.

Corresponde al máximo volumen espiratorio a partir del volumen corriente.

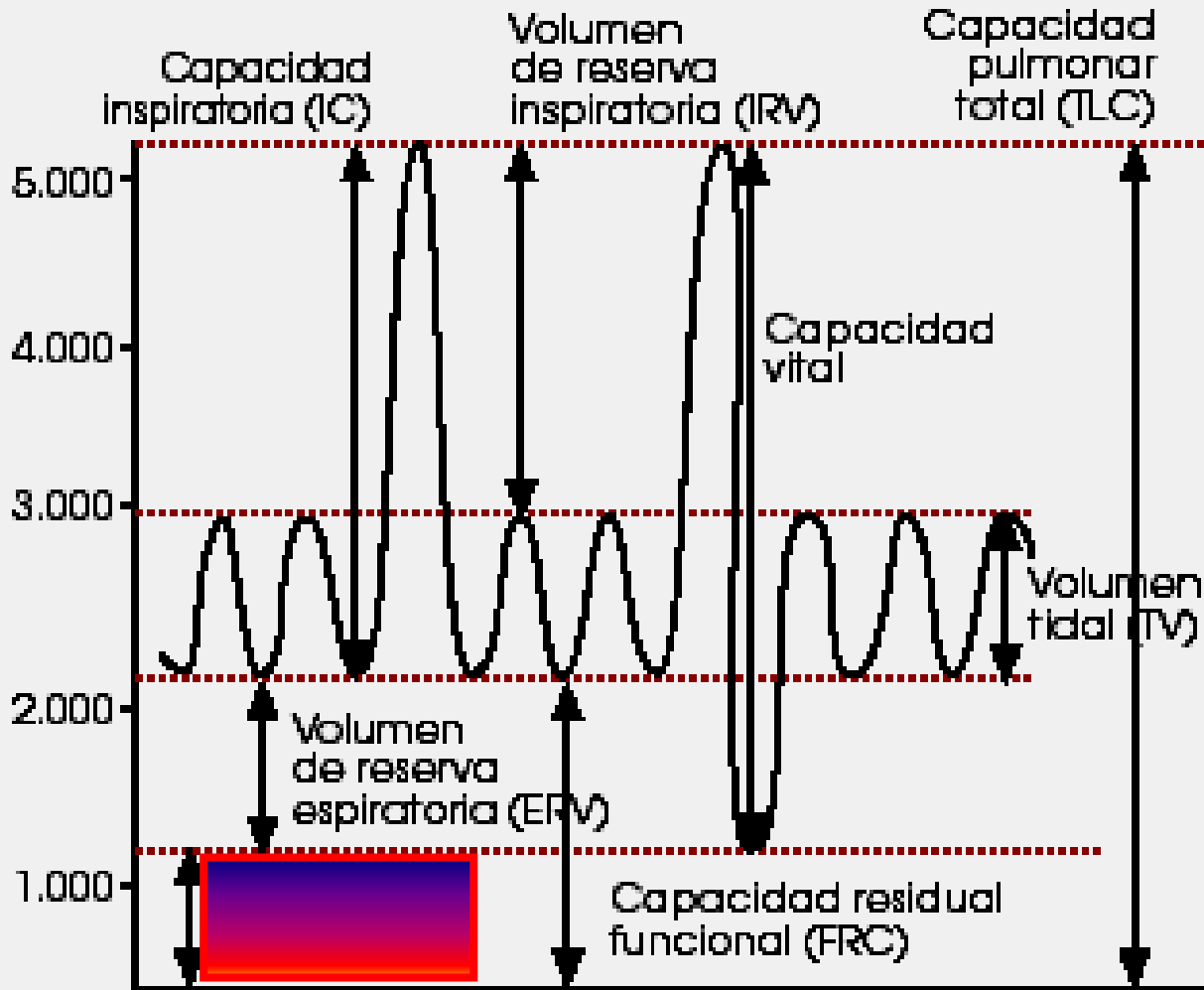
Volúmenes y capacidades pulmonares:



Capacidad vital: CV.

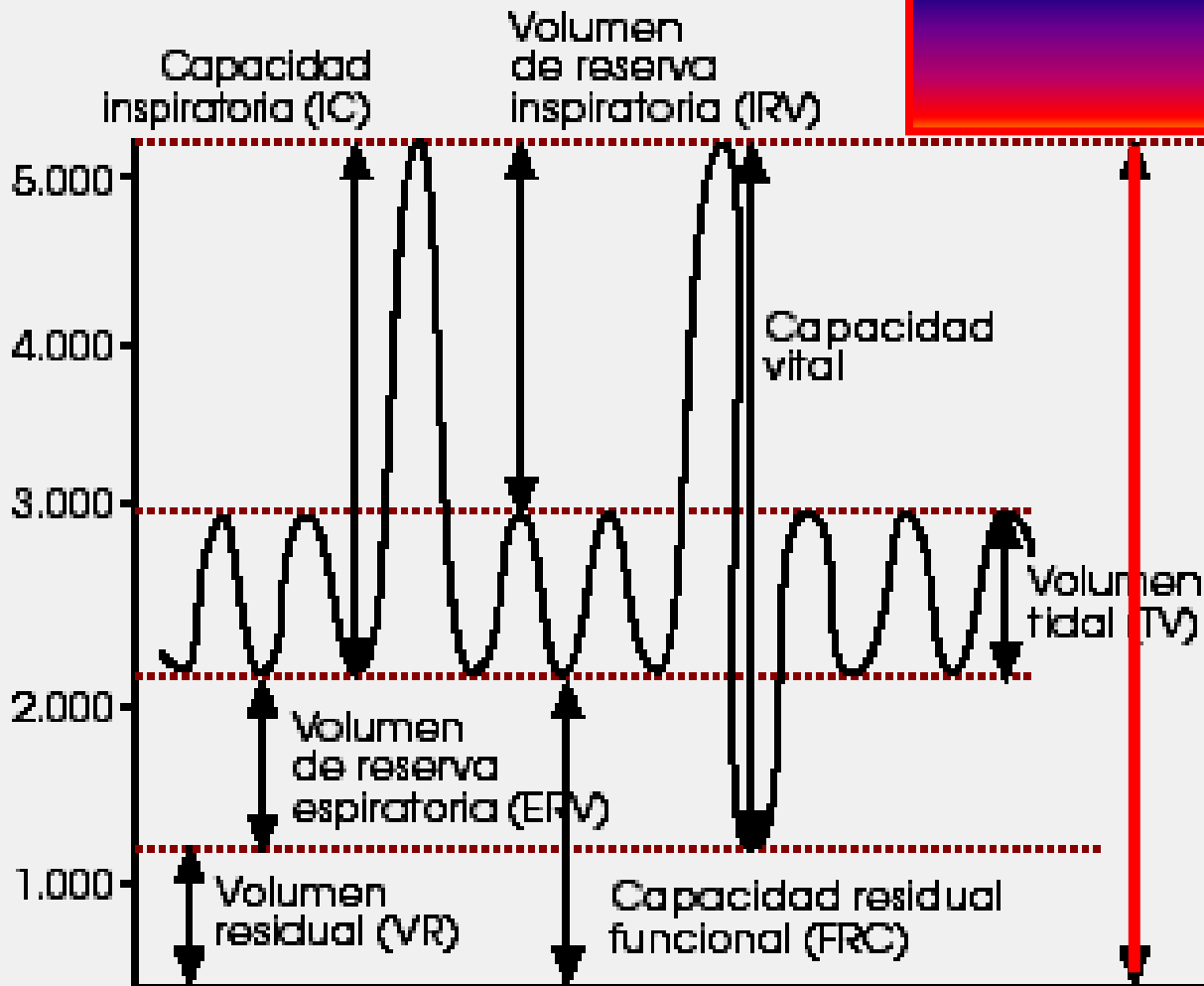
Es el volumen total que movilizan los pulmones, es decir, sería la suma de los tres volúmenes anteriores.

Volúmenes y capacidades pulmonares:



Volumen residual: VR. Es el volumen de aire que queda tras una espiración máxima. Para lo, no se determina con espirometría, sino con técnica de dilución de gases o plestimografía corporal.

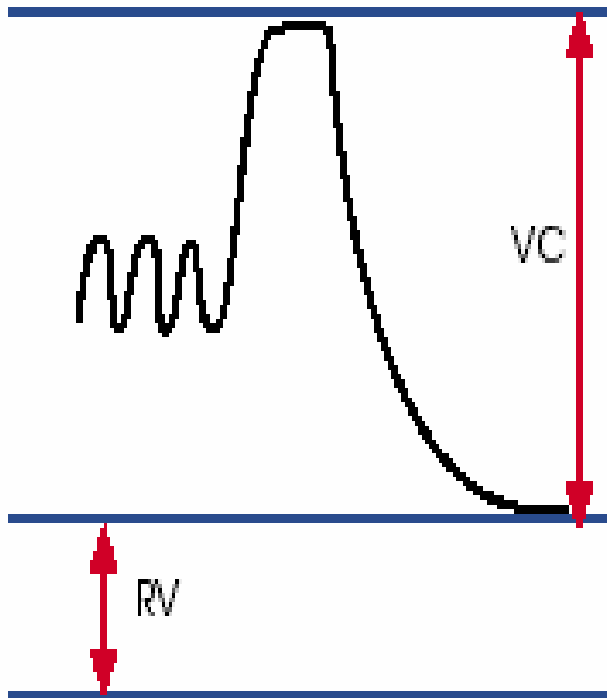
Así se obtiene los siguientes volúmenes y capacidades pulmonares:



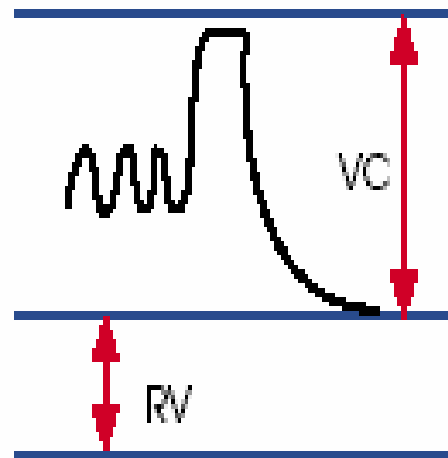
Capacidad pulmonar total: TLC.

Es la suma de la capacidad vital y el volumen residual.

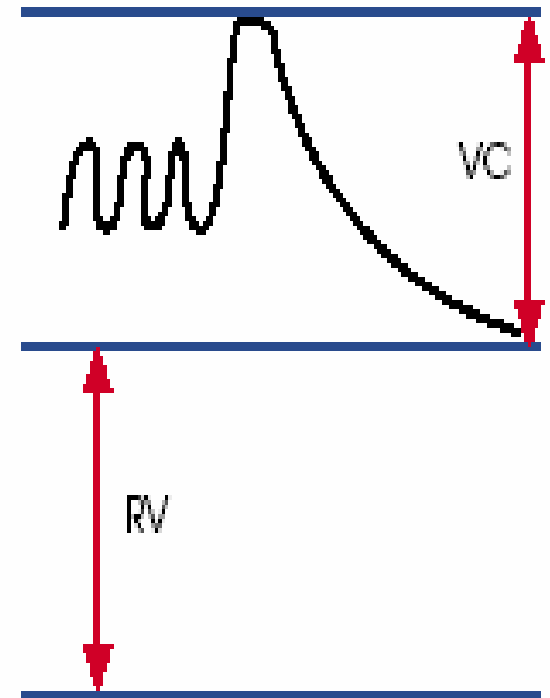
Capacidad vital y volumen residual en patología restrictiva y obstructiva:



Normal



Restrictivo



Obstruccion

Espirometría forzada:

es aquella en que, tras una inspiración máxima, se le pide al paciente que realice una espiración de todo el aire, en el menor tiempo posible.

Es más útil que la anterior, ya que permite establecer diagnósticos de la patología respiratoria.

Los valores de flujos y volúmenes que más nos interesan son:

1. **Capacidad vital forzada (FVC)** (mililitros):

Volumen total que expulsa el paciente desde la inspiración máxima hasta la espiración máxima.

Valor normal: > 80% del valor teórico.

2. **Volumen máximo espirado en el primer segundo de una espiración forzada (FEV1)**

(mililitros): Es el volumen que se expulsa en el primer segundo de una espiración forzada.

Valor normal: > 80% del valor teórico.

3. Relación FEV1/FVC:

Indica el porcentaje del volumen total espirado que lo hace en el primer segundo.

Su valor normal es mayor del 70-75%.

4. Flujo espiratorio máximo entre el 25 y el 75% (FEF25-75%):

Expresa la relación entre el volumen espirado entre el 25 y el 75% de la FVC y el tiempo que se tarda en hacerlo.

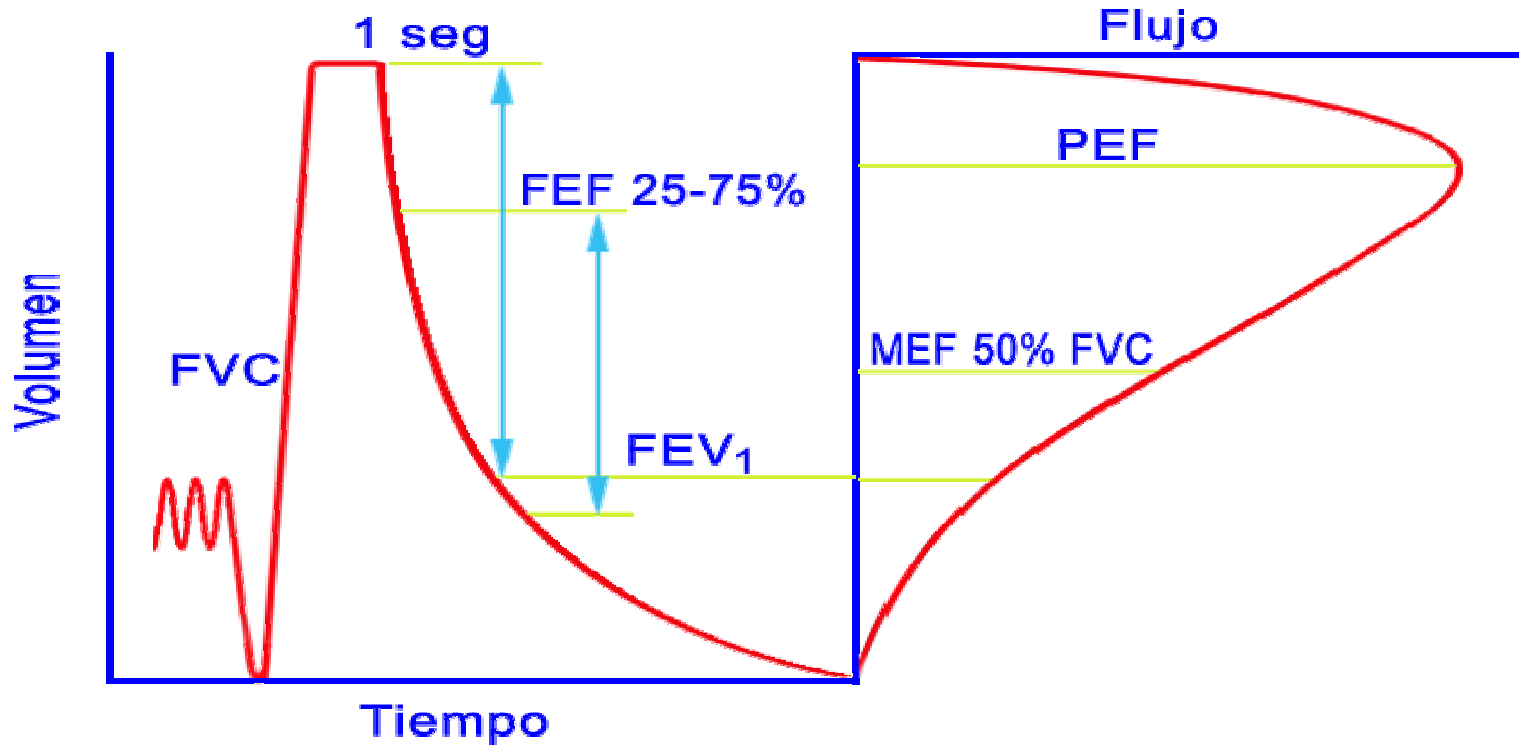
Su alteración suele expresar patología de las pequeñas vías aéreas.

Valor normal: > 80% del valor teórico.

Volúmenes y capacidades pulmonares:

Castellano		Inglés	
Volúmenes:		Volúmenes:	
• Volumen tidal	VT	• Tidal volume	TV
• Volumen de reserva inspiratoria	VRI	• Inspiratory reserve volume	IRV
• Volumen de reserva espiratoria	VRE	• Expiratory reserve volume	ERV
• Volumen residual	VR	• Residual volume	RV
Capacidades:		Capacidades:	
• Capacidad inspiratoria	CI	• Inspiratory capacity	IC
• Capacidad residual funcional	CRF	• Functional residual capacity	FRC
• Capacidad vital	CV	• Vital capacity	VC
• Capacidad pulmonar total	CPT	• Total lung capacity	TLC
Parámetros espirométricos:		Parámetros espirométricos:	
• Capacidad vital forzada	CVF	• Forced vital capacity	FVC
• Volumen espiratorio forzado en el primer segundo	VEMS	• Forced expiratory volume in the first second	FEV ₁
• Relación VEMS / CVF x 100	VEMS/CVF%		FEV ₁ /FVC% o FEV ₁ %
• Índice de Tiffeneau	VEMS / CV%		FEV ₁ / VC%
• Flujo espiratorio máximo	FEM	• Peak expiratory flow o peak expiratory flow rate	PEF o PEFR
• Flujo espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de la CVF	FEF _{25-75%}	• Forced expiratory flow rate between the 25% and 75% of FVC	FEF _{25-75%}

Espirometría: Del gráfico Volumen/Tiempo se pasó al de Flujo/Volumen:



FVC: Capacidad Vital Forzada.

FEV₁: Flujo Espiratorio Máximo en el 1^{er} segundo (VEMS).

FEF 25-75%: Flujo entre el 25 y el 75% de la FVC.

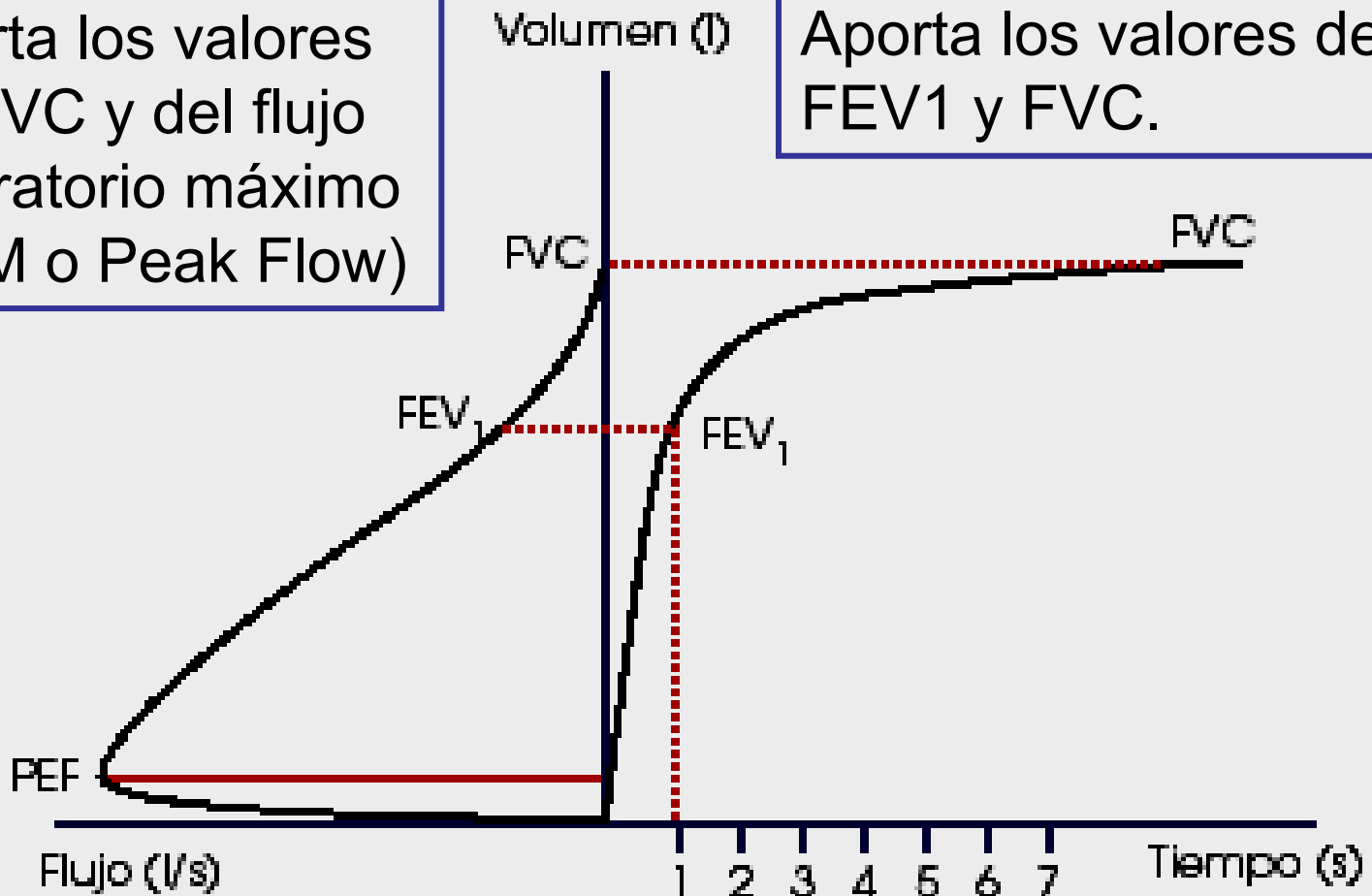
MEF 50% FVC: Flujo Medio al 50% de la FVC.

PEF: Pico Espiratorio de Flujo (Peak Flow Rate).

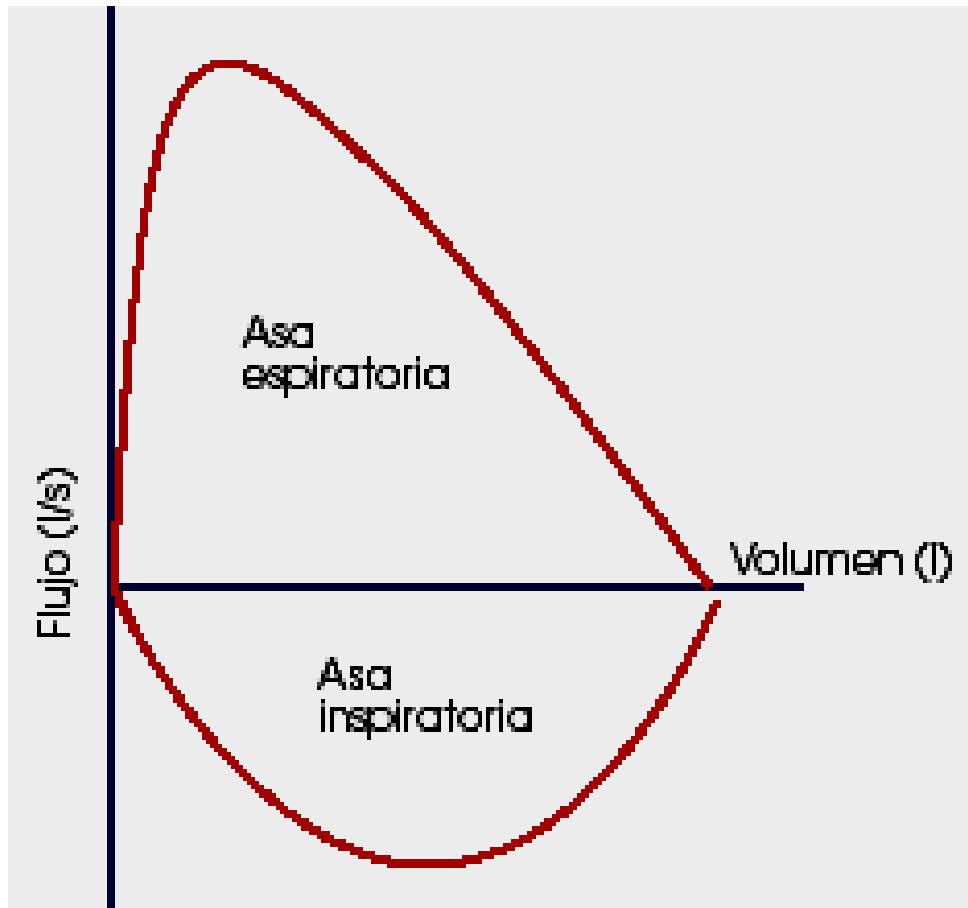
Curva flujo/volumen y curva volumen/tiempo

Aporta los valores de FVC y del flujo espiratorio máximo (FEM o Peak Flow)

Aporta los valores de FEV₁ y FVC.



Curva de Flujo/Volumen:

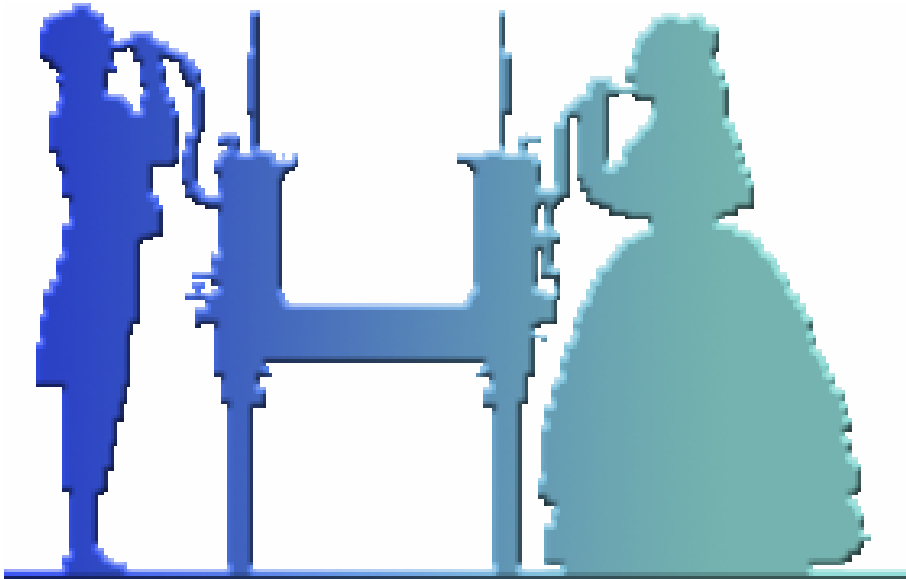


Aporta los valores de FVC y del flujo espiratorio máximo (FEM, “flujo pico” o Peak Flow)

Valores de referencia (teóricos)

- Sirven para comparar los valores medidos en un paciente con los que le corresponden para su sexo, edad y talla. El peso y la etnia tienen menos importancia en las ecuaciones de referencia, y algunos autores no las incluyen.
- Ej.- Ecuaciones de referencia para estimar FVC:
 - M: $0.028 T + 0.0345 P + 0.0573 E - 3.21$
 - F: $0.0305 T + 0.0222 P + 0.0356 E - 3.04$
- En la práctica habitual se usa el cociente:
 - Valores observados / referencia (%)

Valores de referencia (Teóricos): ¿ Cómo se han establecido ?



Primeros valores de referencia para la espirometría (obtenidos por Hutchinson en 1846), con la selección de los integrantes del estudio (hoy no serían correctos).

**121 Marineros
82 Bomberos
220 Policías
129 Indigentes
362 Artesanos
59 Guardias reales a caballo
185 Reclutas
4 Gigantes y enanos
20 Conductores
97 Caballeros
60 Enfermos
26 Señoritas
...
Hutchinson
On the capacity of the lungs ...
Med.Chir.Trans. 1846;29:137**

Valores de referencia:

Ej.- Varón: 40 años, 170 cm y 70 Kg.

	FVC		FEV ₁
Knudson (88)	4.43		3.56
Schoenberg (40)	4.50		3.48
Crapo (69)	4.69		3.87
Morris (68)	4.67	11 %	3.61
Quanjer (CECA 84)	4.37		3.55
SEPAR (82)	4.88		3.80
México (Pérez Padilla)	4.84		3.95

Los valores de referencia del FVC y FEV₁ varían hasta un 11% según las ecuaciones utilizadas.

Por ello es importante escoger valores de referencia parecidos a los de la población donde se trabaja.

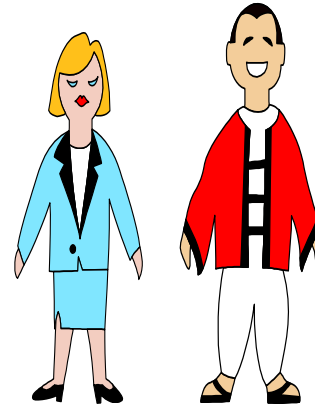
SIEMPRE HAY QUE PESAR (poca ropa) Y MEDIR (descalzo) AL PACIENTE, **no vale preguntar.**

Cima del Gallinero
(2740 m)

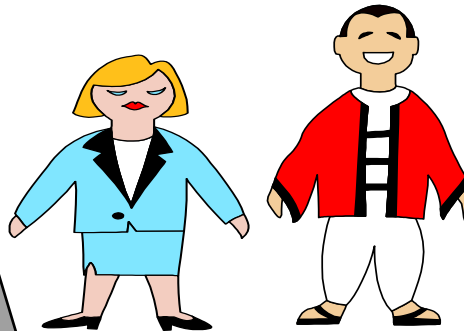
CERLER 98'

Benasque
(1140 m)

n : 53 (34H;19M)
Edad media: 40 años



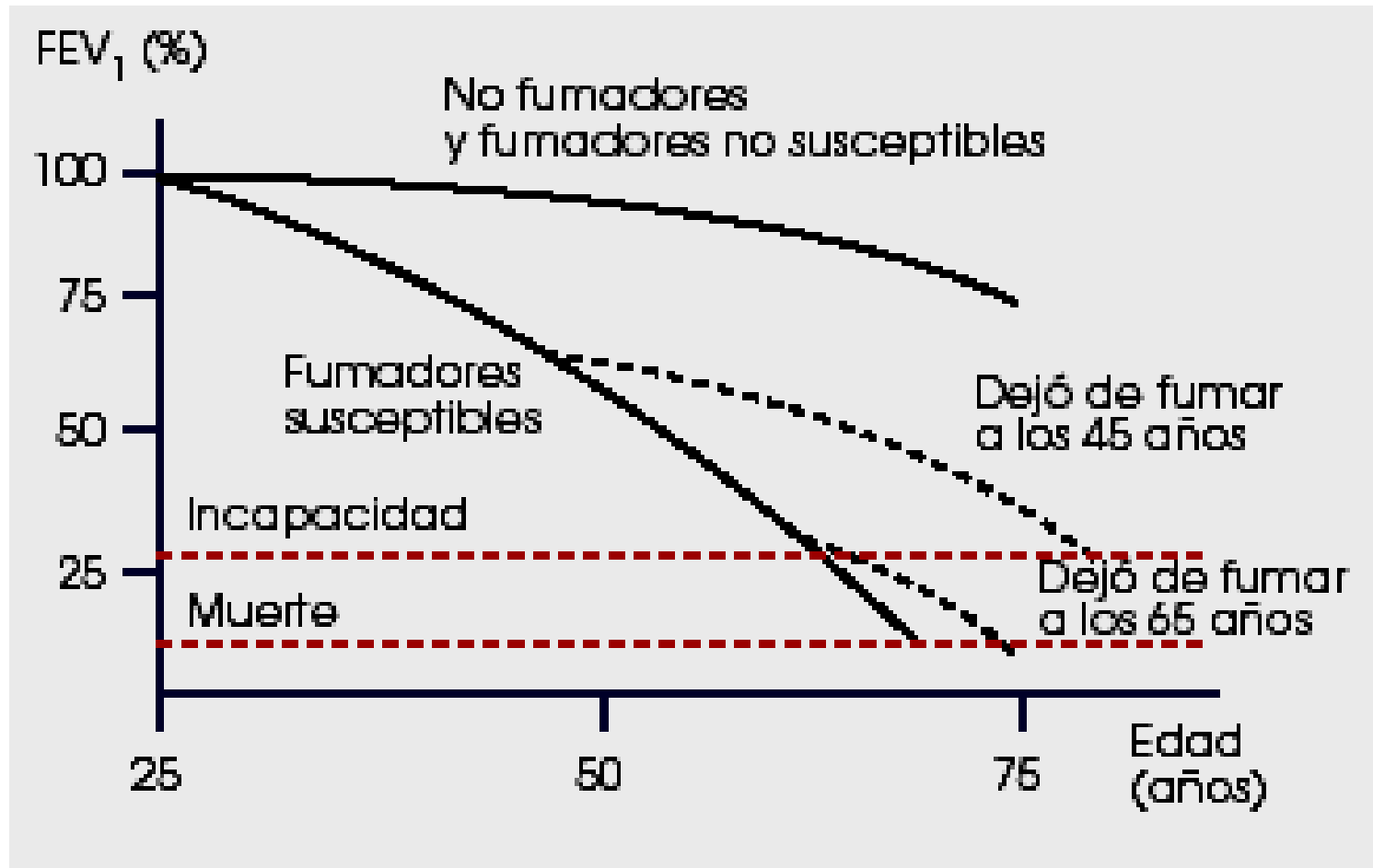
Preguntado:
Altura: 172 cm
Peso: 68 Kg



Medido:
Altura: 169 cm
Peso: 70 Kg

Estudio realizado en un encuentro de neumólogos en Cerler, Huesca, España (Respir Med. 1999 Oct;93(10):739-43) en el que se muestra como los “pacientes” al ser preguntados (Cima Gallinero) **eran 3 cm. más altos y 2 Kg. más delgados que al ser pesados y medidos** (Benasque).

Disminución de la FEV₁ con la edad:



Crterios de gravedad (EPOC) segun el FEV1, de distintas sociedades mdicas:

	Leve	Moderada	Severa	Muy severa
SEPAR	80%-65%	64%-50%	49%-35%	< 35%
ERS	≥ 70%	69%-50%	< 50%	
GOLD	≥ 80%	79%-30%	< 30%	
BTS	80%-60%	59%-40%	< 40%	
ATS	> 50%	50%-35%	< 35%	

SEPAR: Sociedad Espaola de Neumologa y Ciruga Torcica.

ERS: European Respiratory Society.

GOLD: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease.

BTS: British Thoracic Society.

ATS: American Thoracic Society.

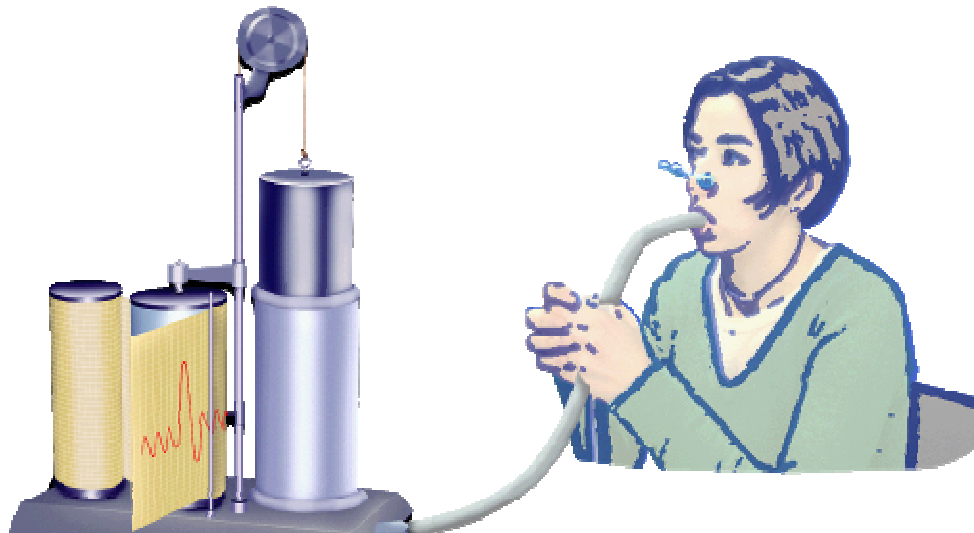
Material necesario:

1. Una habitación cerrada y aislada acústicamente.
2. Tallímetro.
3. Báscula.
4. Termómetro para medir temperatura ambiente.
5. Barómetro y medidor de la humedad relativa del aire.

Antes de comenzar la espirometría es preciso introducir estos datos en el espirómetro, para el cálculo de los valores de flujo y de volumen adecuados a cada paciente y condición ambiental. A temperaturas $< 17^{\circ}$ C y $>40^{\circ}$ C se recomienda no realizar espirometrías.

Realizar la correcta maniobra espirométrica.

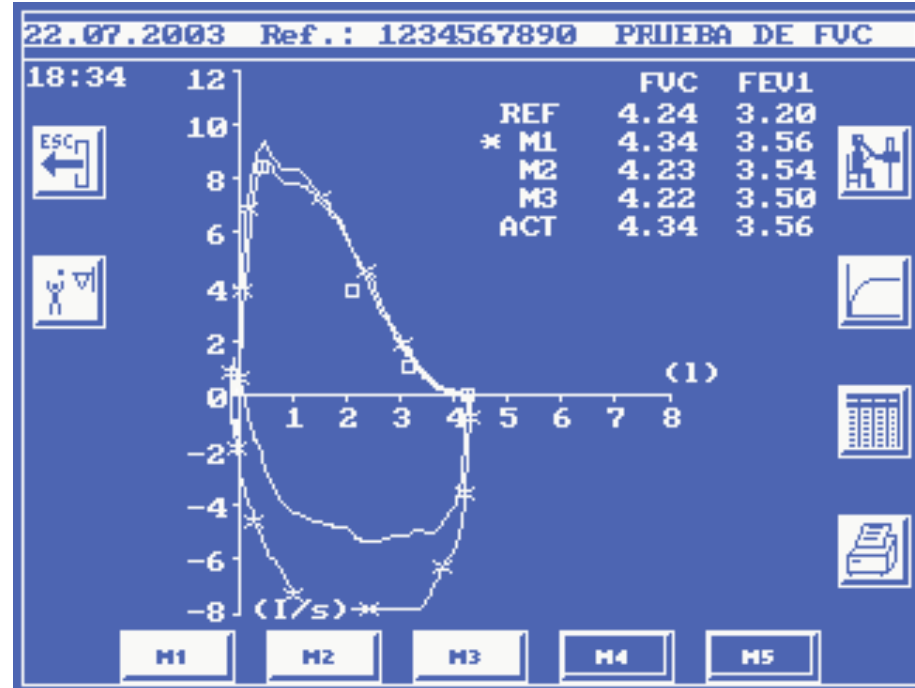
- El paciente estará sentado y sin cruzar las piernas.
- Nariz ocluida por pinzas.
- Durante la maniobra no debe inclinarse hacia delante.
- Llenará al máximo los pulmones.
- Se colocará la boquilla desechable, en la boca.
- Soplará fuerte, seguido y sin parar hasta vaciar los pulmones (se lo indicará el técnico)



Criterios de reproducibilidad:

3 maniobras aceptables,
en un máximo de 8, que
cumplan:

La diferencia entre las dos
mejores, en la FVC y el
FEV₁, ha de ser <200 ml.



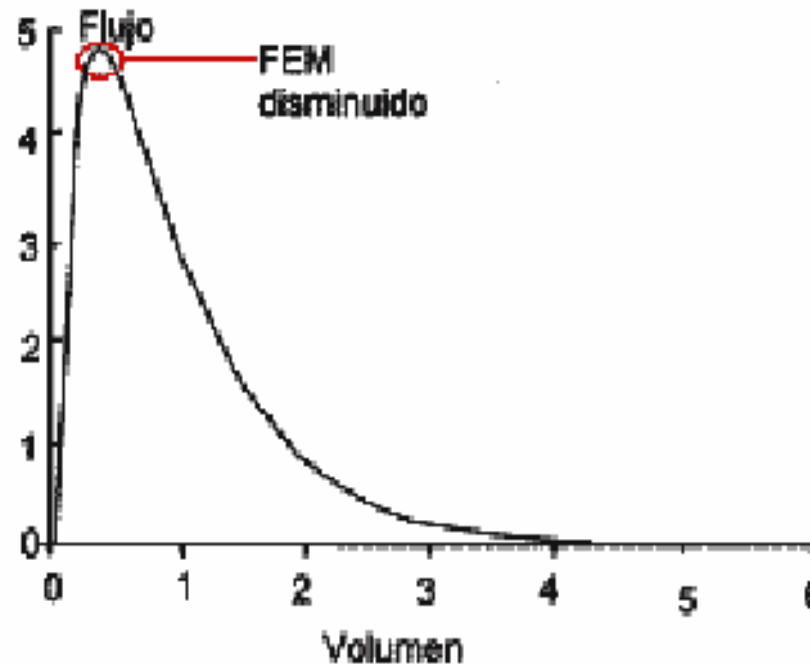
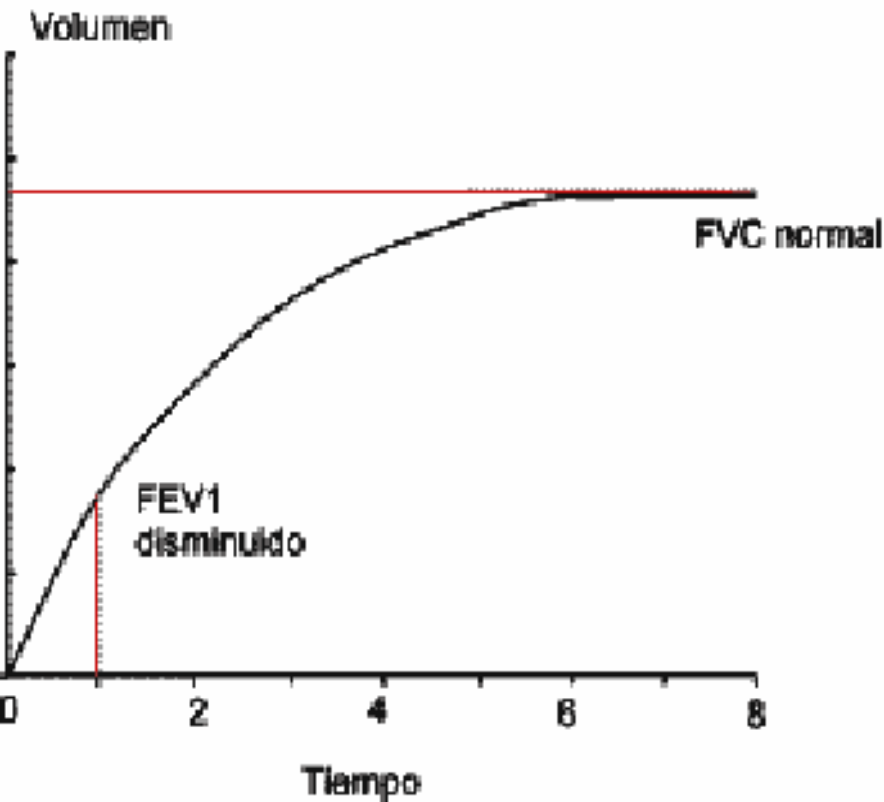
> 8 maniobras cansan al paciente y difícilmente se obtienen mejores valores.

< 3 maniobras provoca errores por falta de entrenamiento del paciente.

Patrón espirométrico obstructivo:

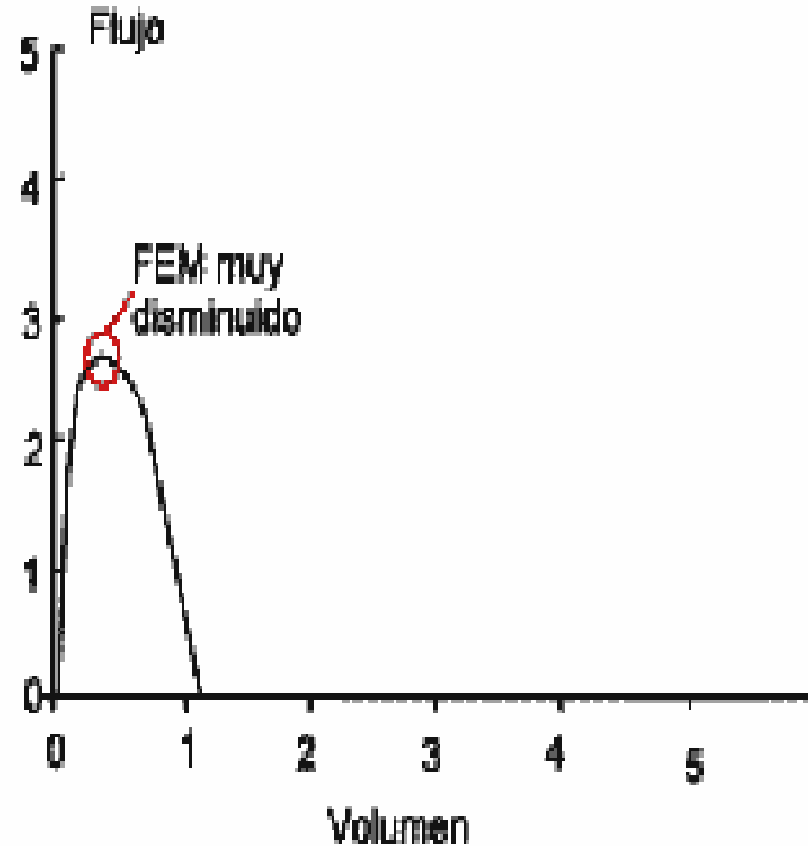
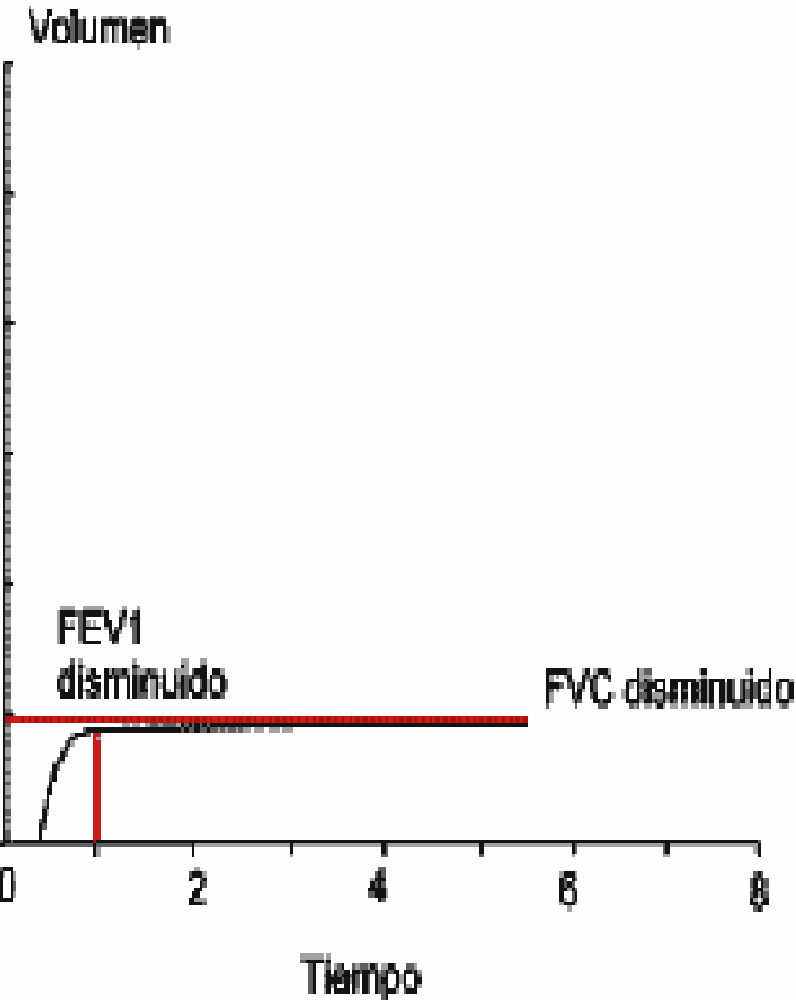
FVC normal. FEV1 disminuido. FEV1/FVC disminuido.

A mayor grado de obstrucción el flujo espiratorio máximo (FEM) estará más disminuido y la pendiente de la curva volumen-tiempo será menos pronunciada y con una espiración más prolongada.



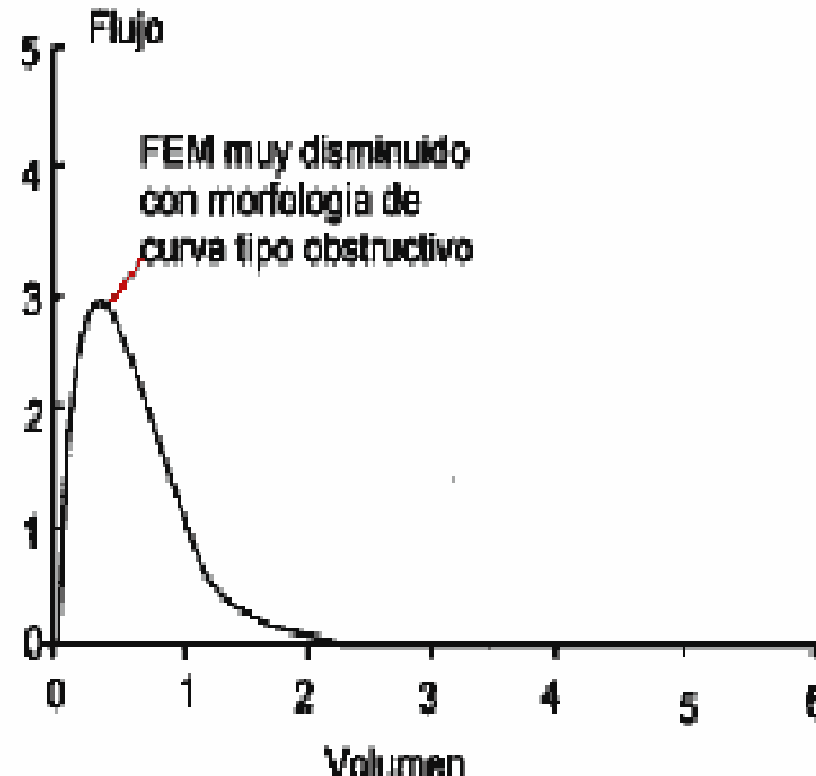
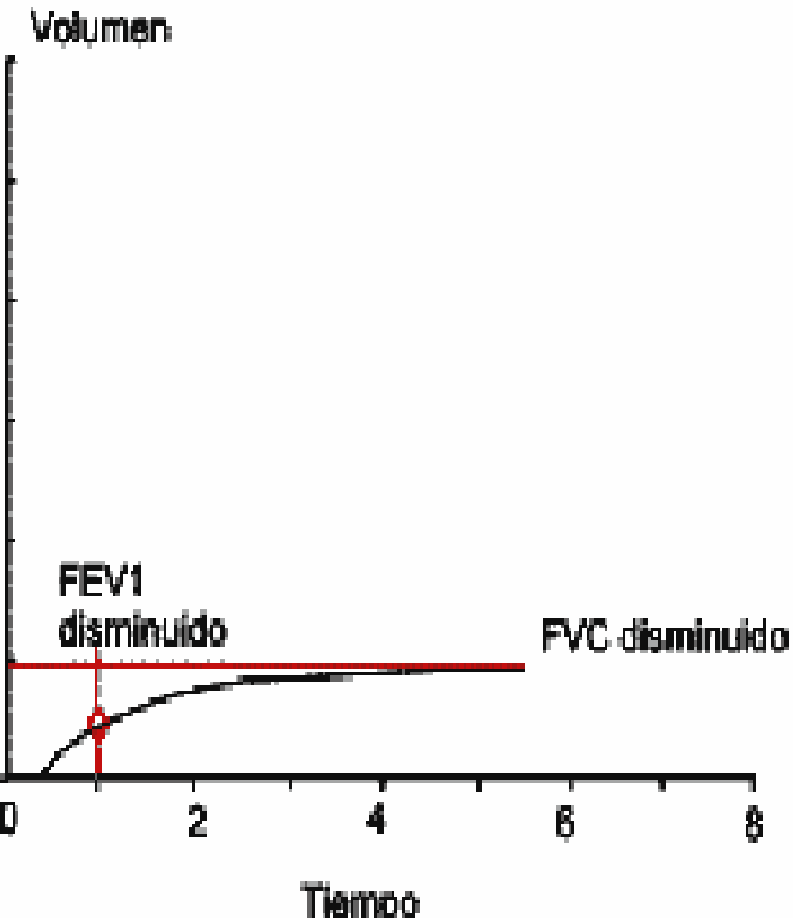
Patrón espirométrico restrictivo:

FVC disminuido. FEV1 disminuido. FEV1/FVC normal.

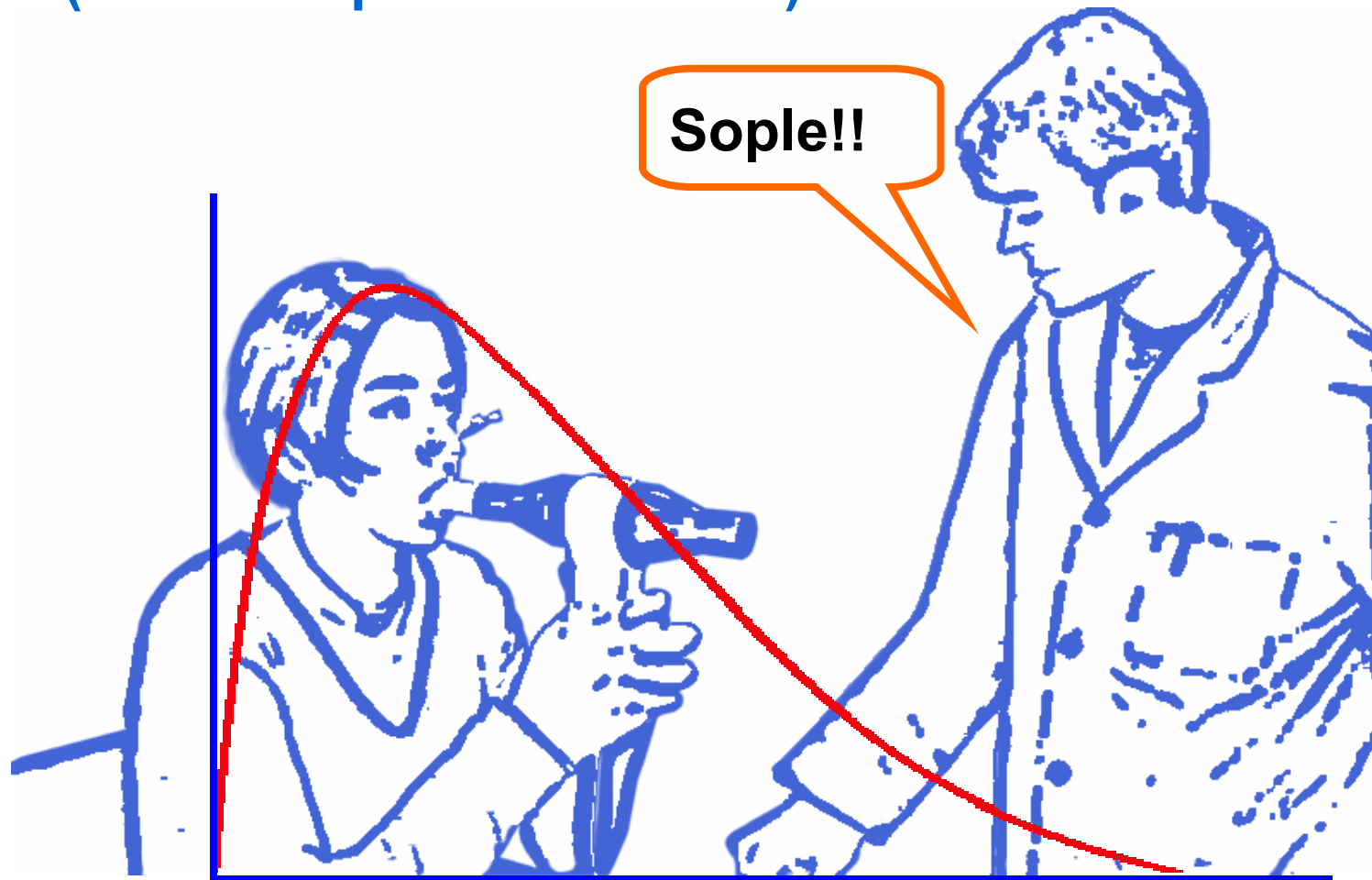


Patrón espirométrico mixto:

FVC disminuido. FEV1 disminuido. FEV1/FVC disminuido.



American Thoracic Society 1994
(Am J Resp Crit Care Med)



Criterio de la DUE: El técnico necesita 6 meses de trabajo supervisado, para dirigir las maniobras espirométricas con garantías de que conoce bien su trabajo.