

Escuela Nacional de Enfermedades
del Tórax
(Dir. Dr. C. Martínez Bordiu) Servicio
de Fisiopatología Respiratoria. Madrid

ANÁLISIS DE LAS CURVAS VOLUMEN- FLUJO DURANTE LA RESPIRACION FORZADA

M. Valle Martín*, M.^aA. Montoliu Sanclement** y E. Ubeda Martínez***

Introducción

Durante la espiración forzada la magnitud del flujo aéreo depende de la cooperación y del esfuerzo realizado por el sujeto¹. Una vez alcanzado un valor máximo (flujo espiratorio máximo: FEM), el flujo disminuye a pesar del aumento de la presión intrapleurales, dependiendo fundamentalmente de la retracción elástica pulmonar y de las resistencias de la pequeña vía aérea².

En la curva volumen-flujo durante la espiración forzada, se encuentran variaciones cualitativas y cuantitativas según se trate de sujetos normales obstructivos o restrictivos^{3,4}.

Material y métodos

Se analizan las curvas volumen-flujo en tres grupos de personas: Grupo normal: compuesto por 10 sujetos de ambos sexos, de edades comprendidas entre los 16 y 56 años, en los que no se tiene en cuenta si son o no fumadores. Grupo obstructivo: está formado por 17 enfermos, cuya edad oscila entre 15 y 61 años,

afectos, desde el punto de vista funcional, de insuficiencia ventilatoria obstructiva pura (reducción de la CV no superior al 25 % de la teórica (Nancy), aumento de la relación VR/CPT, disminución del Tiffeneau, aumento de las resistencias, etc.)

Grupo restrictivo: formado por 14 enfermos cuya edad oscila entre los 18 y 70 años. Se han incluido fibrosis idiopáticas y secundarias, estenosis mitrales, toracoplastias, etc., es decir, procesos que dieron desde el punto de vista funcional una insuficiencia ventilatoria restrictiva pura (reducción de la CV superior al 25 %, normalidad del Tiffeneau y resistencias).

La exploración de todos los sujetos fue realizada con un pletismógrafo corporal tipo Jaeger, realizando espirometría, determinación de volumen de gas intratorácico, resistencias de la vía aérea y en muchos de ellos elasticidad. La inscripción del bucle volumen- flujo mediante el inscriptor X-Y, se obtuvo trazando en ordenadas el volumen y en abscisas el flujo, registrando después de 2-3 ciclos a volumen corriente, el volumen de reserva espiratorio, siguiendo una inspiración máxima y rápidamente la espiración forzada. Esta última parte del bucle se representa en la fig. 1, apreciándose los datos que en ella estudiamos: el FEM (flujo espiratorio máximo en L/seg) con su proyección en % del volumen a que se produce (FEM % vol.); los flujos al 50 y 25 % del volumen, la relación $\frac{\Delta \dot{V}}{\Delta V_{50-25}}$ y el ángulo que forma

la última parte de la curva con el eje de las abscisas. La relación $\frac{\Delta \dot{V}}{\Delta V_{50-25}}$ la consideramos,

al estar en la parte baja de la curva, quizá más independiente de la cooperación del sujeto, que la relación empleado por Carilli³.

Resultados

En la tabla I se recopilan los valores medios obtenidos de los datos que hemos analizado en los tres grupos.

Con los datos de la tabla hemos construido la fig. 2, en la que se representan los bucles volumen-flujo tipo que corresponderían, según estos valores medios, a los tres grupos. En ella podemos observar la gran diferencia que existe entre ellos.

En los normales, el FEM se encuentra en la parte inicial de la curva espiratoria entre el 50 y 100 % del volumen espirado. Hemos comprobado que el que se encuentre más o menos cerca del principio de la espiración depende de la rapidez con que el sujeto haga la espiración y también de la rapidez de respuesta del inscriptor. Igualmente, la magnitud del FEM depende de la intensidad del esfuerzo y de la cooperación del sujeto. Sin embargo, la parte descendente de la curva, una vez producido el FEM, es muy constante en el mismo sujeto y más independiente de la cooperación del mismo⁵; por tal motivo, creemos más interesante y fidedigno medir y referirse al 50 % que al FEM.

Comparando los dos grupos patoló-

* Med. becario.
** Med. asistente.
*** Jefe del servicio.

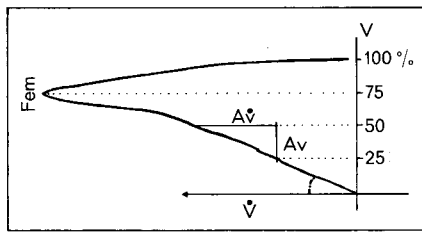


Fig. 1. Gráfica normal del bucle volumen-flujo.

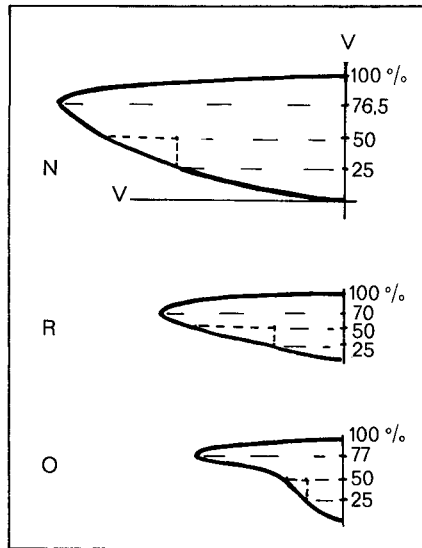


Fig. 2. Aspectos del bucle en tres tipos ventilatorios diferentes. N: normales, O: obstructivos y R: restrictivos.

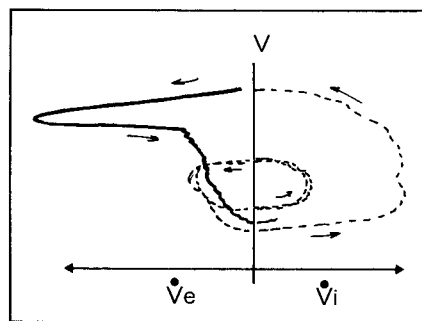


Fig. 3. Relación del bucle de reposo con el de esfuerzo. Obsérvese que el flujo supera al de esfuerzo a volumen medio.

gicos podemos observar las siguientes diferencias:

1) El FEM es superior en los restrictivos que en los obstructivos, posiblemente debido a que en aquéllos la reducción del volumen la tienen compensada por el aumento de la elasticidad pulmonar, que favorece la espiración.

2) La proyección del FEM sobre el volumen demuestra que se produce antes en el obstructivo que en el restrictivo.

TABLA I

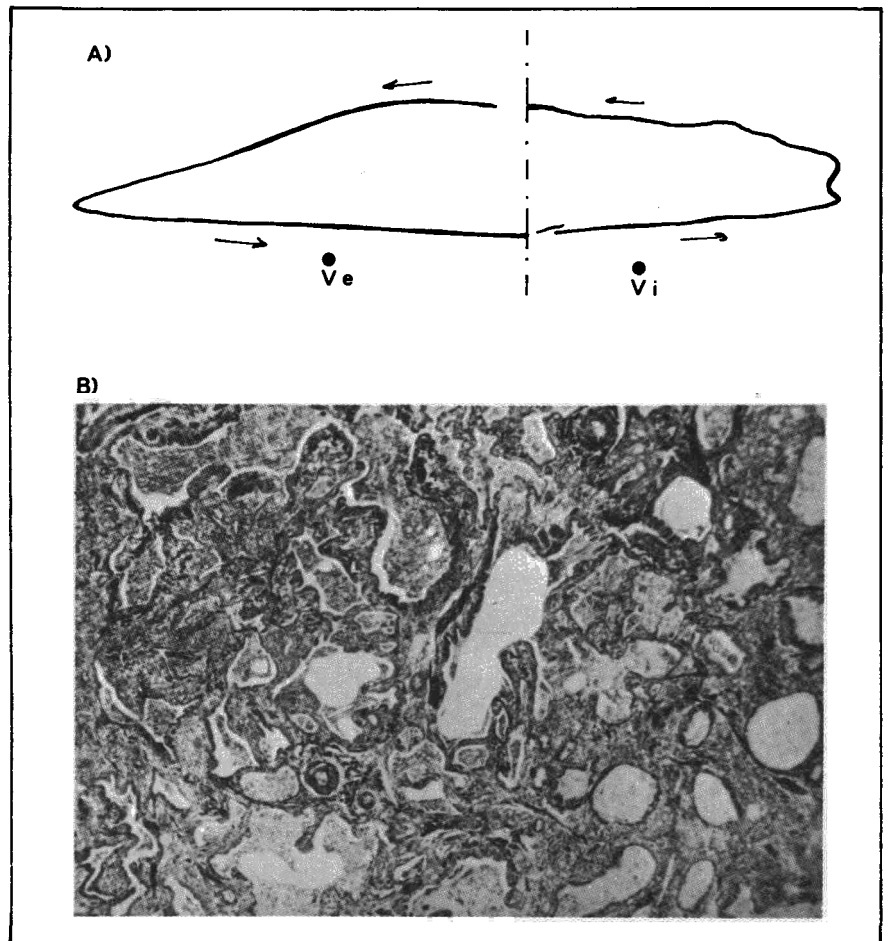
		% CV	Tif.	VR/CT	FEM	FEM % vol	F 50 %	F 25 %	$\frac{\Delta v}{\Delta v_{50-25}}$	Raw	Ang
Normales	10	116	80	29,6	7,1	76,5	6,2	4,2	2,2	1,9	19°
error std.					0,6	0,25	0,46		0,33		
Restrictivos	14	63	80	50	4,5	70,1	3,8	1,7	4,9	2,8	18°
error std.					0,24		0,28	0,2	0,65	0,32	
Obstructivos	17	80	54	56	3,6	77	1,5	0,9	0,97	7,6	49°
error std.					0,2		0,09	0,09	0,1	0,7	2,2

TABLA II

Grupo obstructivo

	TIF / FEM	TIF / F-50	TIF / F-25	TIF / $\frac{\Delta v}{\Delta v_{50-25}}$	TIF / Raw	$\frac{F-25}{VR/CT}$	Raw / Ang.	Raw / FEM	F25 / Raw	F50 / Raw
r	0,62	0,60	0,48	0,44	-0,36	-0,25	0,62	-0,58	-0,49	-0,64
P	< 0,005	< 0,025	< 0,05	< 0,05	< 0,1	< 0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,025	< 0,01

Fig. 4. A) Curva volumen-flujo de morfología biconvexa de un enfermo afecto de fibrosis pulmonar difusa. B) Estudio histológico del mismo enfermo que muestra intensa fibrosis difusa en forma de tabiques que comprenden manojos de fibras musculares lisas. Entre ellas hay microquistes con contenido seromucinoso y revestimiento epitelial cuboideo. Proliferación hiperplásica, adenomatoide, bronquiolar. Resumen: Fibrosis pulmonar tipo panal de abeja (Honeycomb) con hiperplasia bronquiolar adenomatoide (Dr. Rodríguez Puchol).



3) Como consecuencia de lo anterior, en los obstructivos el flujo al 75 % se produce después del FEM, en los restrictivos se producirá antes.

4) En los restrictivos, los flujos al 50 y 25 % representan respectivamente el 84 y 37 % del FEM, mientras que en los obstructivos estos flujos representan el 41,6 y 25 % respectivamente. En los normales suponen el 87 y el 59 %. Esto indica que en los obstructivos los flujos disminuyen rápidamente, manteniéndose bajos hasta el final de la espiración, pudiendo en casos extremos ser incluso inferiores a los registrados a volumen corriente (fig. 3). Esto traduce la existencia de serios mecanismos valvulares y consiguiente atrapamiento aéreo en la espiración forzada; al ser la presión transpulmonar muy superior a la presión intrabronquial y al actuar sobre bronquios patológicos, éstos se colapsan. En un ejemplo exagerado, serían sujetos que para mantener su volumen corriente precisarían los valores máximos de flujo.

5) La relación $\frac{\Delta v}{\Delta v_{50-25}}$ presenta

diferencias bien notables en los tres grupos: en los normales el índice es de 2,3 litros/segundo, en los obstructivos 0,97 y en los restrictivos de 4,9. Esto significa que a este nivel de la espiración forzada, en una modificación del 25 % del volumen, la variación del flujo es más alta en los restrictivos y muy escasa en los obstructivos. Creemos que este índice tiene la misma significación y muy parecidos valores que el índice de flujo crítico.

6) Debido al comportamiento de los flujos después de producido el FEM, el ángulo que forma la rama fi-

TABLA III

Grupo restrictivo

	TIF / FEM	TIF / F-50	TIF / F-25	TIF / $\frac{\Delta v}{\Delta v_{50-25}}$	TIF / Raw	F-25 / VR / CT	Raw / Ang.
r	0,44	0,50	0,33	0,44	-0,97	-0,70	0,41
P	< 0,1	< 0,05	< 0,15	< 0,1	< 0,0005	< 0,005	

nal del bucle con las abscisas es muy abierto en los obstructivos (49°) y mucho más agudo en normales y restrictivos.

7) Creemos que si bien en general los bucles restrictivos son como uno normal, pero en «pequeño», en sus coordenadas, hay casos particulares en que presentan cierta morfología propia de disco más o menos biconvexo y que pertenecen a enfermos portadores de graves y avanzadas fibrosis pulmonares difusas primarias, como el que representamos en la fig. 4.

A continuación hemos correlacionado estadísticamente en los obstructivos y restrictivos el Tiffeneau con el FEM, con el flujo al 50 % y 25 %, con el índice $\frac{\Delta v}{\Delta v_{50-25}}$ y con las Raw.

El flujo al 25 % con el índice VR/CPT y con las Raw. Las Raw con el ángulo formado por la parte final del bucle y el eje de las abscisas. Las Raw con el FEM y el flujo al 50 %.

Hemos empleado el coeficiente de correlación:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

En las tablas II y III se muestran los valores de correlación de estos parámetros. De estas tablas se desprende

que aunque los coeficientes de correlación de las distintas comparaciones de datos son estadísticamente significativos, no pueden ser ponderados en ningún caso para poder afirmar el valor de la variable dependiente conociendo la variable independiente.

Resumen

Se estudia, en procesos obstructivos y restrictivos puros, el distinto comportamiento que presentan las curvas volumen-flujo durante la espiración forzada; se correlacionan además, una serie de valores hallados sobre estas curvas con otros parámetros funciones que son obtenidos en el curso de la misma exploración.

Summary

ANALYSIS OF THE VOLUME-FLOW CURVES DURING FORCEFUL EXPIRATION.

The different behavior of the volume-flow curves during forceful expiration in obstructive and restrictive conditions is studied. A series of values based on these curves is also correlated with other functional parameters obtained in the course of the same investigation

BIBLIOGRAFIA

1. CHERNIACK, R. y CHERNIACK, D.: Respiración normal y patológica. E. Toray, Barcelona, 1975.
2. MEAD, J., TURNER, J.M., MACKLEM,

4. LORD, G.P.: The maximum expiratory flow-volume in the evaluation of patients with lung disease. *Am. J. Med.*, 46: 72, 1969.
5. WOESTIJNE, K.P.: Pressions, debits et volumes pulmonaires pendant la respiration forcée. *Poumon et Coeur*, 9: 969, 1968.

P.I. y LITTLE, J.B.: Significance of the relationship between lung recoil and maximum expiratory flow. *J. Appl. Physiol.*, 22: 95, 1967.
3. CARILLI, M. y ALBERT, D.: Flow-Volume loop in normal subjects and in diffuse lung disease. *Chest*, 66: 472, 1974.