

Servicio Medicina Interna de la  
Residencia Sanitaria de la Seguridad  
Social General Sanjurjo de Valencia.  
Servicio de Hemodinámica y de  
Exploración Funcional Respiratoria del  
Hospital Clínico Universitario  
de Valencia.

## EQUIVALENCIA Y TRANSFORMACION GRAFICA DE LAS CURVAS DE TIFFENEAU (V/t) Y DE FLUJO-VOLUMEN (MEFV)

J. Palop Medina \*, R. Llopis Llombart \*\*, J. Merino Sesma \*\* y V. López Merino \*\*

### Introducción

La curva de Tiffeneau y la de Flujo-Volumen son dos trazados que se obtienen de una maniobra de espiración forzada máxima a partir de la Capacidad Pulmonar Total, entre los que se ha pretendido establecer diferencias relativas a sus posibilidades discriminativas del estado funcional de las vías aéreas, lo que ha matizado en su desarrollo una tendencia competitiva y una diferente distribución geográfica, ya que mientras en los países europeos se aboga por la curva de Tiffeneau, en los americanos es la curva de MEFV la más empleada.

En el estudio presente se pretende determinar si las relaciones existentes «a priori» entre ambas gráficas de equivalencia y convertibilidad se dan de hecho en las curvas obtenidas en la práctica diaria con instrumental diferente. La hipótesis de trabajo se fundamenta en que ambas recogen el mismo fenómeno desde parámetros diferentes, ya que mientras la curva espirográfica es un trazado de volumen en función del tiempo<sup>1-3</sup>, la curva de MEFV es un registro del flujo (V/t) en función del volumen<sup>4-6</sup>. Esto no ha sido verificado en ningún estudio analítico directo sobre ambos trazados y de

ahí el motivo de nuestra revisión que realiza una comparación estadística de los dos registros obtenidos simultáneamente y describe un método para su transformación gráfica.

### Material y métodos

Se ha usado para la curva de Volumen-tiempo un espirógrafo tipo CARA modelo BTP con velocidad de 4 cm/seg. y para la curva de MEFV un registrador XY HP 7045-A obteniendo el flujo por pneumotacografía y el volumen por integración eléctrica con un equipo PNEUMOTEST. Se ha empleado tanto en el pneumotacógrafo como en el integrador las amplificaciones necesarias para conseguir suficiente definición de las medidas, sin sobrepasar las características de respuesta fidedigna del registrador XY. Con estos dispositivos conectados en serie, se intercala el pneumotacógrafo en el tubo del espirógrafo junto a la boquilla, se han registrado varios trazados simultáneos de la espiración forzada, tomando para la medición la máxima obtenida en buenas condiciones de repetibilidad. En la curva de Tiffeneau, dividida la es-

cala del volumen en fracciones de 0,2 litros equivalentes a un cm se miden los tiempos (1 mm = 1/40 seg.) correspondientes a cada una de ellas. El flujo instantáneo en cada punto de esta gráfica, le llamaremos Flujo Indirecto (V Indir) (fig. 1), es el resultante de la relación (V/t) que viene expresada como sigue:

$$V = \frac{V}{t} = \frac{\text{mm}}{\text{mm}/40} = \frac{0,2 \times 40}{\text{mm}} = \frac{8}{\text{mm}}$$

En la curva de MEFV los flujos se obtienen por medida directa (V Direc) sobre la gráfica en cada fracción de 0,2 litros de volumen en toda la capacidad vital forzada (FVC). Se ha obtenido así pares de valores de flujo a lo largo de toda la curva y en los puntos notables de la misma: Flujo Máximo Espiratorio (PEF) y Máximo Flujo Espiratorio al 25, 50 y 75 % de la FVC a partir de la inspiración máxima (MEF<sub>25, 50 y 75</sub> %).

Estos datos se someten a un análisis estadístico mediante técnicas habituales en biología<sup>7</sup> calculándose el Coeficiente de correlación normal de Pearson (r) y los parámetros de la ecuación de la recta de regresión para los valores promedios de cada grupo y de la totalidad de los casos, igualmente se valoran la significación estadística de las diferencias de flujo en valores absolutos y porcen-

TABLA I

Valores promedios de edad y parámetros ventilatorios de cada grupo de casos y totalidad de la casuística

GRUPO	n	EDAD	% VC	% FEV <sub>1</sub>	% $\frac{FEV_1 \cdot 100}{VC}$
Normales	20	38,5 ( 3,77)	92,2 (12,9)	92,3 (13,4)	78,05 ( 6,6 )
Obstructivos	23	55,6 ( 1,85)	66,8 (13,8)	41,3 (15,6)	44,04 (12,1 )
Restrictivos	10	52,9 ( 3,96)	64,2 (10,5)	69,0 (16,9)	76,7 ( 9,1 )
Total casos	53	48,6 ( 2,08)	75,4 (18,5)	65,7 (27,4)	63,03 (19,3 )

Entre paréntesis desviaciones standard.

Recibido el día 9 de febrero de 1979

\* Servicio de Medicina Interna.

\*\* Servicio de Hemodinámica.

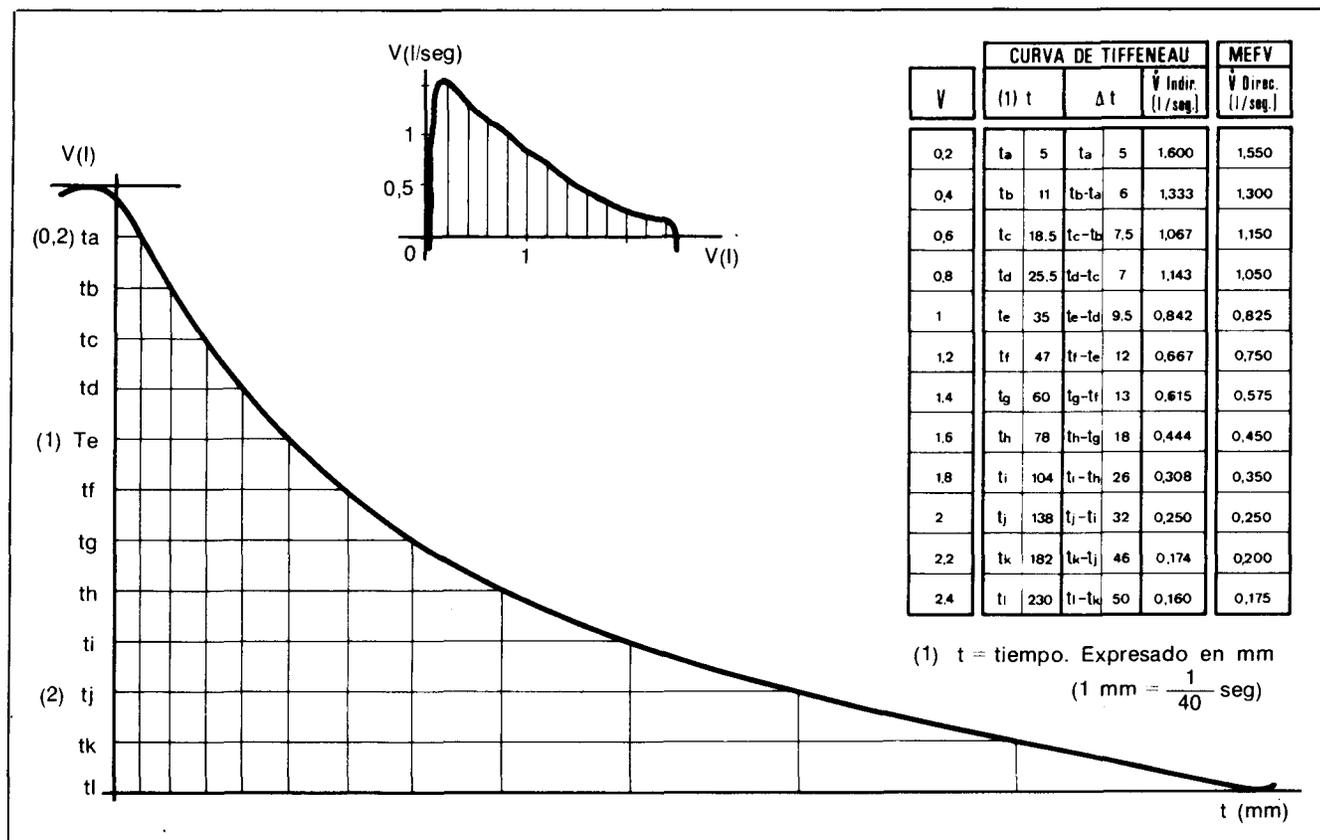


Fig. 1. Gráfica ejemplo de la metódica para la medición de los flujos instantáneos.

TABLA II

Valores medios y errores típicos de los coeficientes de correlación de Pearson (r) y parámetros de la recta de regresión ( $y = B_1x + B_0$ ) obtenidos para cada grupo y total de casos

GRUPO	r	P	B1	LIMITES DE B1 PARA 95% DE PROBABILIDAD:		B0
				SUPERIOR	INFERIOR	
Normales (n = 20)	0,954 (0,007)	*	0,963 (0,024)	1,085 (0,031)	0,839 (0,023)	0,157 (0,093)
Obstructivos (n = 23)	0,983 (0,003)	*	0,954 (0,021)	1,057 (0,028)	0,852 (0,019)	0,074 (0,016)
Restrictivos (n = 10)	0,959 (0,011)	*	0,870 (0,034)	1,020 (0,034)	0,720 (0,047)	0,415 (0,120)
Total casos (n = 53)	0,968 (0,004)	*	0,943 (0,015)	1,061 (0,018)	0,822 (0,016)	0,170 (0,045)

(\*) significancia de r frente a cero. P < 0,001  
Entre paréntesis errores típicos.

TABLA III

Valores promedio y error típico de las diferencias, en valores absolutos y porcentuales, entre los datos de flujos directos (curva (MEFV) en indirectos (curva VT)

GRUPO	PEF	% PEF	MEF <sub>24</sub>	% MEF <sub>25</sub>	MEF <sub>50</sub>	% MEF <sub>50</sub>	MEF <sub>75</sub>	% MEF <sub>75</sub>
Normales (n = 20)	-0,118 (0,123)	-0,7 (1,8)	0,084 (0,129)	2,04 (1,87)	0,019 (0,079)	0,05 (1,89)	0,059 (0,044)	1,8 (3,0)
Obstructivos (n = 23)	-0,028 (0,032)	-0,56 (1,07)	-0,001 (0,023)	-0,83 (1,38)	0,014 (0,027)	2,56 (2,23)	0,007 (0,012)	2,41 (2,64)
Restrictivos (n = 10)	0,050 (0,048)	1,25 (1,13)	0,045 (0,044)	0,2 (1,61)	0,05 (0,092)	0,35 (3,2)	0,013 (0,036)	1,10 (2,81)
Total casos (n = 53)	-0,045 (0,049)	-0,26 (0,85)	0,024 (0,50)	0,17 (0,97)	0,022 (0,036)	1,2 (1,33)	0,028 (0,018)	1,99 (1,68)

Entre paréntesis errores típicos.

Los promedios de las diferencias no son estadísticamente significativos en ninguno de los parámetros ni en ningún grupo de casos.



tuales en los puntos notables PEF y MEF de ambos trazados.

Se han recogido ambas curvas en 53 sujetos (44 varones y 9 hembras) separados en tres grupos, normales, obstructivos y restrictivos<sup>8</sup> a partir de los datos de la función ventilatoria, tomando como valores teóricos los de la CEACA<sup>9</sup>. En la tabla I se recogen los valores promedios y desviaciones standars de la casuística.

### Resultados

Por un lado se estudia la regresión lineal de los flujos indirecto y directo, mediante el cálculo del Coeficiente de correlación ( $r$ ) y de la recta de regresión ( $y = B_1x + B_0$ ), siendo ( $y$ ) el flujo en la curva de MEFV, y ( $x$ ) el flujo indirecto obtenido de la curva de Tiffeneau, en cada uno de los casos. En la tabla II se recogen los valores promedios y desviación standar (SD) de cada grupo y de la totalidad de los casos ( $r = 0,968$ , con una ( $p$ ) menor de 0,001), y en ella se aprecian valores para la pendiente no diferentes significativamente de 1, lo que permite afirmar que no existen diferencias valorables estadísticamente entre ninguna de las rectas de regresión obtenidas y la de identidad.

Por otro lado hemos tratado de comprobar si existen diferencias entre los flujo indirecto y directos en los puntos notables de ambas curvas (PEF y MEF-25, 50 y 75 %), tanto en valores absolutos como en porcentuales ( $V$  Indir. -  $V$  Direc.  $\times 100/V$  Indir.). En la tabla III se muestran los promedios y error típico de estas diferencias en cada uno de dichos puntos para cada grupo y para la totalidad de los casos, estas son mínimas y en ninguno de los parámetros alcanza niveles estadísticamente significativos, lo que confirma la equivalencia de ambos métodos de medida para la determinación de estos datos de flujo.

Por último y como demostración de la convertibilidad de ambos trazados hemos construido gráficas «de transformación» entre ambas curvas, dibujando la de Flujo Volumen Indirecta, extraída a partir de los flujos instantáneos en cada fracción de isovolumen de la curva de Tiffeneau sobre la curva original de MEFV, observándose la prácticamente total superponibilidad de ambos trazados (Fig. 2).

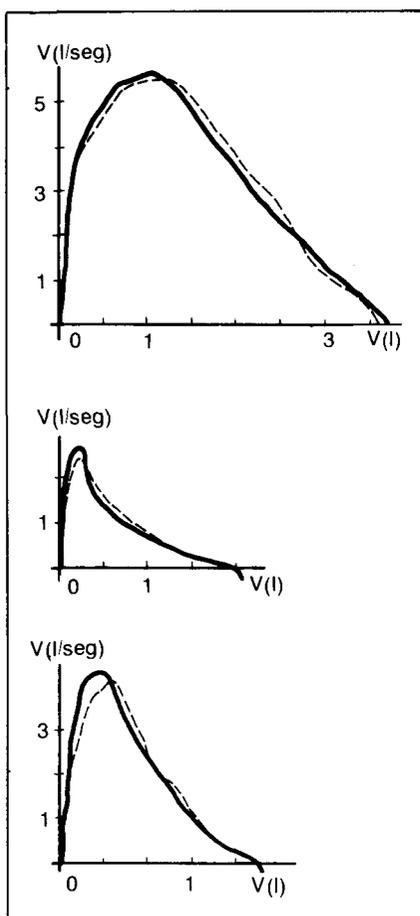


Fig. 2. Gráficas de superposición de las curvas de MEFV «indirecta» (obtenida de los  $V$  Indir, en trazo discontinuo) sobre la curva de MEFV real en varios casos.

### Discusión

Los análisis comparativos de ambos registros han sido en general orientados, a esclarecer alguna ventaja diagnóstica de una ucrrva sobre la otra, dentro de la habitual tendencia competitiva en la que se han desarrollado estas gráficas, en este sentido algunos autores<sup>10-14</sup> se inclinan por las mayores posibilidades diagnósticas de la curva MEFV, mientras que otros<sup>4,15</sup> no encuentran diferencias, no obstante estas revisiones han sido en cierto modo parciales ya que no se ha realizado ningún estudio directo comparando los

propios trazados en si de las curvas tal como se orienta nuestra hipótesis y su posterior análisis y comprobación, lo que imposibilita de modo obvio una confrontación más directa de nuestros resultados.

### Conclusiones

Con el estudio realizado se verifican totalmente la hipótesis de trabajo para el conjunto de todos los casos ya que la correlación lineal calculada ofrece para la pendiente valores no diferentes de 1 y diferencias para el flujo en los puntos notables no significativas y por lo tanto se llega a las siguientes conclusiones:

- 1) Las curvas de Volumen-tiempo ( $V/t$ ) y de Flujo Volumen (MEFV) son equivalentes y convertibles desde el punto de vista analítico, gráfico y geométrico.
- 2) Cualquier parámetro o criterio descriptivo empleado en una de las dos curvas para el diagnóstico de la ventilación, podría ser aplicado y trasladado a la otra.
- 3) Cualquier casuística o archivo que disponga de uno de los dos trazados puede ser empleado en la confirmación de estudios realizados con la otra metódica o bien simplemente para transformarlos.

### Resumen

Se comparan estadísticamente las curvas de Tiffeneau y MEFV obtenidas simultáneamente ante una misma Capacidad Vital Forzada y registradas en aparatos diferentes en un total de 53 sujetos para comprobar la equivalencia y convertibilidad de ambos trazados para determinar datos del flujo aéreo.

### Summary

QUIVALENCE AND GRAPHIC TRANSFORMATION OF THE CURVES OF TIFFENEAU ( $V/t$ ) AND OF FLOW-VOLUME (MEFV).

The authors compare the curves of Tiffeneau and MEFV statistically, obtained simultaneously before a Forced Vital Capacity and registered in different apparatuses for a total of 53 subjects in order to verify the equivalence and convertibility of both tracings for determining data of the air flow.

### BIBLIOGRAFIA

1. GUILLERMAIN, J.: Determnisme et signification de la courbe d'expiration forcée. *Poumon et Coeur*, 23: 97, 1967.
2. LOPEZ MERINO, V., BAGUENA, J. y SORRIBES, V.: Consideraciones sobre la función

- ventilatoria en el enfisema pulmonar. *Med. Esp.*, 242: 405, 1959.
3. LOPEZ MERINO, V. y FERRIS SANTES, M.: Curva de Tiffeneau. *Med. Clin.*, 40: 199, 1963.
4. GAZIOGLU, K., COMDEMI, J., KALTREIDER, N.L. y PN, J.V.: Study of forced vital capacity and maxiaml espiratory flow-volume cur-

- ves in obstructive lung disease. *Amer. Rev. resp. Dis.*, 96: 857, 1968.
5. HYATT, R. E. y BLANCK, L. F.: The flow-volume curve. *Amer. Rev. Resp. Dis.*, 107: 191, 1976.
6. JORDANOGLU, J. y PRIDE, N. B.: Factors determining maximum inspiratory flow and



maximun expiratory flow of the lung. *Thorax*, 23: 33, 1968.

7. SNEDECOR, G. W.: Statistical Methods. The Collegiate Press. Menasha, Wis., 1956.

8. SIMONIN, P., DRUTEL, P. y DE-CHOUX, J.: L'Insuffisance ventilatoire dans la silicose pulmonaire. *Arch. Mal. Prof.*, 14: 461, 1953.

9. Comision de Normalisation des Apreuves Respiratoires de la Haute Autorite de la C.E.C.A. (Luxembourg): Aide memoire pour la pratique de l'examen de la fonction ventilatoire pour la spiropgraphia. Masson et Cie. Paris, 1961.

10. BLANCK, N., DILLEY, R. y NADEL, J.

A.: Increase in expiratory air flow by stunting the trachea. *Physiologist*, 12: 77, 1969.

11. BOLIVAR, P., CALIZ, A., CASTELLANO, A. y PUZO, M.<sup>a</sup> C.: Los flujos espiratorios forzados 25-75 y 200-1.200 en la detección de la obstrucción de las vías aéreas. *Arch. Bronconeumol.*, 13: 75, 1977.

12. BOUHUYS, A., HUNT, V. R., KIM, B. M. y ZAPLETAL, A.: Maximun expiratory flow rates in induced bronchoconstriction in man. *J. Clin. Invest.*, 48: 1159, 1969.

13. HYATT, R. E.: The interrelationships of pressure, flow and volume during various respira-

tory maneuvers in normal and emphysematous subjets. *Amer. Rev. Resp. dis.*, 83: 676, 1961.

14. PEDRO, J., FUENTE, F. J., MORENO, J. M., ROCA MONTANARI y FONT, N.: Valor diagnóstico de la exploración funcional en las estenosis de las vías respiratorias. *Med. Clin.*, 69: 297, 1977.

15. MONTEMAYOR, T., CASTILLO, M., DIAZ FERNANDEZ, J., RODRIGUEZ BECERRA, E., RAMIS, P. y GONZALEZ BRAZO, J.: Curvas de flujo-volumen (MEFV) comparación con los test espirográficos habituales. *Arch. Bronconeumol.*, 12: 119, 1976.