

HOSPITAL PEDIATRICO DOCENTE "WILLIAM SOLER"

Estudio de la maniobra de capacidad vital forzada espiratoria (FEVC) en niños sanos y asmáticos

Por los Dres.:

ROBERTO HERNANDEZ NAJARRO,* G. MOLINA,** OLGA MIRANDA***
y ANTONIO BARBER****

Hernández Najarro, R. y otros. *Estudio de la maniobra de capacidad vital forzada espiratoria (FEVC) en niños sanos y asmáticos*. Rev Cub Ped 55: 6, 1983.

Se informa que con el objeto de validar la prueba de la función pulmonar basada en el estudio de la curva flujo-volumen a partir de una maniobra de capacidad vital forzada espiratoria, descrito originalmente por Mead, se realizó un estudio del comportamiento de esta maniobra frente a esfuerzos respiratorios similares y máximos, partiendo de tres posiciones distintas del pulmón, una con el pulmón completamente lleno de aire y otras dos, con volúmenes menores. Se señala que la prueba se realizó a diez niños normales y a diez asmáticos intercrisis, en un espirómetro convencional, y se convirtieron los registros en flujo-volumen. Se demuestra que los flujos entre la primera y tercera posición, al menos del 25% final de la espiración, no difieren significativamente en los niños sanos, mientras lo hacen en el 25% inicial. Se indica que en los asmáticos, estas dos posiciones determinaron flujos significativos entre sí. El pico del flujo resultó también un signo diferenciador de los dos grupos de niños estudiados al realizar la prueba.

INTRODUCCION

La validez de una prueba de la función pulmonar aumenta en la medida en que la misma es más objetiva. Por lo general, las pruebas objetivas, o no influenciadas por el paciente, pertenecen a la mecánica respiratoria, como las maniobras de compliancia o resistencia.¹ En las pruebas de ventilación, el componente voluntario de la persona es difícil de erradicar

* Jefe del laboratorio de fisiología respiratoria. Hospital docente "William Soler". Profesor Auxiliar de Fisiología del ISCMH.

** Especialista de I grado en fisiología.

*** Especialista de I grado en pediatría.

**** Profesor Titular de Fisiología del ISCMH. Candidato a doctor en Ciencias.

completamente, y algunos investigadores se han referido a la reproductividad y sensibilidad, tanto de las pruebas de volúmenes estáticos como dinámicos.²⁻⁷

La maniobra dinámica FEVC es una prueba que hoy en día tiene interés, porque a partir de ella puede nacerse un estudio de los eventos del flujo espiratorio, más válido y confiable que el espirograma. Desde 1951, en que *Dayman*² notó la relación entre el *recoil* elástico del pulmón y el flujo máximo ($\dot{V}_{max.}$), se ha reconocido que la maniobra FEVC es útil para cuantificar el retardo del flujo de aire espiratorio, signo más destacado de las enfermedades obstructivas pulmonares.

El estudio de la curva fluio-volumen (FV) a partir de una maniobra FEVC realizada por *Mead*,³ detectó que las dos terceras partes inferiores de estas gráficas eran comunes en dos maniobras, realizadas a la misma persona, aunque el esfuerzo muscular espiratorio fue diferente. Este hallazgo condujo al concepto de que el $\dot{V}_{max.}$ es dependiente del esfuerzo muscular cerca de la capacidad pulmonar total (TLC), mientras que relativamente independiente en la mayor parte de la capacidad vital (VC). La salida de este aire en una maniobra forzada de este tipo, se ha relacionado con la historia del flujo y del volumen del pulmón,⁷ existiendo evidencias de que la ejecución de una inspiración máxima como obligatorio del procedimiento, altera la compliancia y la resistencia de las vías aéreas.^{8,9}

La posición del pulmón es un elemento vinculado con los eventos mecánicos que intervienen en la salida del aire y con la reproductividad de la prueba.

El objetivo de este trabajo se dirigió a estudiar en la prueba FEVC, aquellas variables que potencialmente pueden ser fijas o reproducibles, en niños normales y asmáticos, con el propósito de observar las posibles diferencias entre las curvas de ambos grupos.

METODO

A diez niños clínicamente sanos y a 10 asmáticos en el período de intercrisis, con edades comprendidas entre 11 y 14 años, se les realizaron tres maniobras FEVC en sucesión. La primera con el pulmón completamente lleno de aire (TLC) y la segunda y tercera a 90 y 80% de VC, respectivamente. En ambas maniobras, el niño expulsó el aire con la mayor fuerza y rapidez que sus músculos respiratorios le permiten. Antes de cada prueba forzada, se realizó un trazado espirográfico uniforme de unas diez respiraciones.

Las pruebas se realizaron en un respirómetro convencional de resistencia mínima. Se ha recomendado la utilización de un marcador de tiempo en aquellos equipos como el pletismógrafo volumen-desplazamiento que miden directamente las curvas FV,¹⁰ con el propósito de añadir al estudio de la prueba FEVC los datos de tiempo del espirograma. Sobre la base de esta recomendación, se midieron conjuntamente los $\dot{V}_{max.}$ y los tiempos

de las gráficas. Para ello, los registros de volumen tiempo fueron convertidos en curvas FV por el método comúnmente empleado, cuidando de que el cálculo de flujo no tuviera un error mayor de 100 ml s^{-1} .

Se midieron las siguientes variables: 1) tiempo total de expulsión de VC; 2) tiempo de expulsión del 25% inicial de VC; 3) tiempo de expulsión del 25% final de VC; 4) \dot{V}_{max} , a todos los volúmenes de VC y en el 25% inicial (\dot{V}_{max} , 25% I) y final (\dot{V}_{max} , 25% F) de VC y 5) posición del pico de flujo espiratorio, para lo cual se midió la décima de segundo en la que aparecía, y se convenió que a menor tiempo más desplazado hacia TLC y a mayor, hacia RV.

Se utilizó una prueba de datos pareados propios para muestras pequeñas y dependientes, como la t de Student, y se admitió significación cuando la probabilidad era mayor que la correspondiente a 0,05 ó 0,01. El análisis estadístico se realizó solamente entre la primera y la tercera prueba, por ser éstas las que más se diferenciaron en su volumen pulmonar.

RESULTADOS

Hubo significación entre las posiciones hacia TLC y el 80% de VC (primera y tercera maniobra).

Como se observa en el cuadro I, los tiempos de expulsión (t) de VC, no fueron significativos en niños sanos ni asmáticos, cuando se compararon las curvas de la maniobra hacia TLC y al 80% de VC.

El cuadro II muestra los valores de \dot{V}_{max} , de la curva FV, que fueron significativamente distintos en el 25% inicial en niños sanos, no así, al 25% final.

CUADRO I

TIEMPOS DE LA MANIOBRA FEVC EN NIÑOS SANOS Y ASMATICOS

Tiempos de expulsión	Sanos N = 10				Asmáticos N = 10			
	TLC		80% VC		TLC		80% VC	
	\bar{x}	D S	\bar{x}	D	\bar{x}	D S	\bar{x}	D
t · (s)	2,70	0,06	2,85	0,10	3,40	0,70	3,00	0,50
t 25% VI (s)	0,25	0,06	0,45	0,04	0,61	0,01	0,51	0,20
t 25% VF (s)	0,85	0,10	2,00	0,50	4,00	1,00	6,10	0,20

CUADRO II
FLUJOS DE LA CURVA FV EN NIÑOS SANOS Y ASMATICOS

Flujos máximos	Sanos N = 10					Asmáticos N = 10				
	TLC			80% VC		TLC			80% VC	
	\bar{x}	D	S	\bar{x}	D	\bar{x}	D	S	\bar{x}	D
\dot{V}_{max} (ml)	1 393	100		558	40	715	60	0,01	694	65
\dot{V}_{max} 25% I (ml)	2 930	110	0,01	1 178	90	1 132	95	0,01	1 040	85
\dot{V}_{max} 25% F (ml)	270	35		174	20	254	25	0,01	218	30

En niños asmáticos (\dot{V}_{max} 25% I y \dot{V}_{max} 25% F), ambos fueron diferentes, y resultaron mayores en la curva FV de la posición hacia TLC.

No hubo variación significativa del volumen de reserva espiratoria (ERV) entre las dos posiciones analizadas. La situación del pico de flujo espiratorio mostró que en niños normales se desplazó significativamente hacia TLC, cuando el pulmón estaba al 80% de VC; pero en niños asmáticos, los picos de flujo se alcanzaron en el mismo momento en ambas posiciones del pulmón.

DISCUSION

La no significación de ERV demostró que el pulmón en las posiciones estudiadas expulsó completamente la VC, no detectándose fenómenos de atrapamiento de aire.

Los \dot{V}_{max} 25% I se han atribuido al esfuerzo muscular del tórax.^{11,12} Teóricamente, dos esfuerzos musculares desde posiciones distintas del tórax no deben ser idénticos, ya que la longitud de reposo de los músculos es diferente,¹³ por tanto, el esfuerzo muscular igual realizado por los niños de nuestra experiencia, en las dos posiciones del sistema respiratorio debió ser más aparente que real, pues no tuvimos un control de la presión intrapleurales. No obstante, si analizamos la fuerza elástica generada por el tórax y el pulmón en las posiciones de inspiración, éstas son mayores en las cercanías hacia TLC, de donde \dot{V}_{max} 25% I debe depender del esfuerzo muscular, así como de la fuerza elástica que tiende a producir espiración.

El \dot{V}_{max} 25% F, por parte, no depende de la fuerza elástica del tórax, pues a partir del nivel espiratorio de reposo (NER), la espiración forzada se realiza contra dicha fuerza. Entre tanto, la fuerza elástica del pulmón lleva a éste al volumen residual en presiones de aproximadamente 5 cm

de H₂O. Las presiones positivas de la espiración creadas por el esfuerzo muscular, sólo contrarrestan la fuerza elástica contraria del tórax.

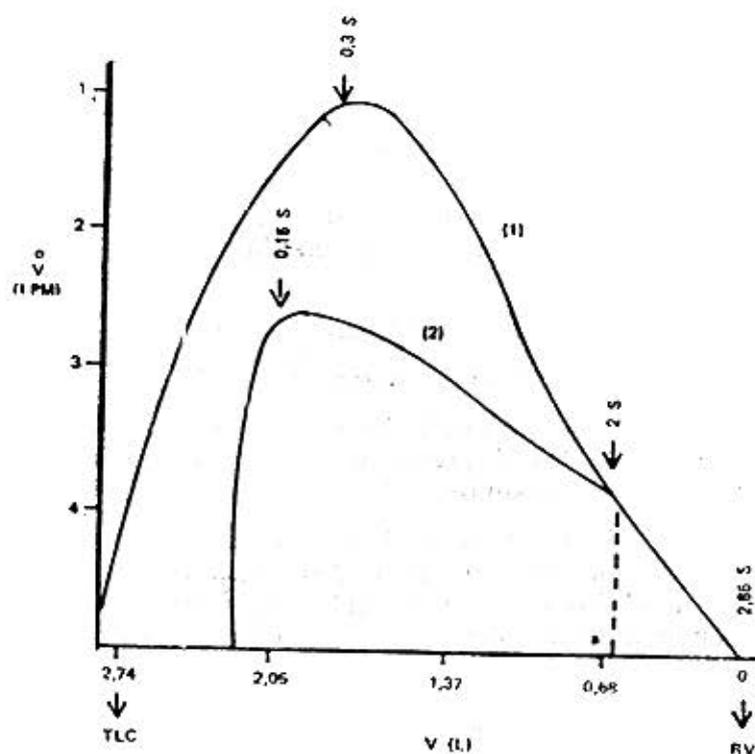
Estas presiones relativamente altas en relación inversa con la menor velocidad de acortamiento de la fibra muscular del tórax, parecen ser una consecuencia de la disminución del calibre de las vías aéreas con la consiguiente dificultad del flujo de aire espiratorio, al transmitirse las presiones torácica-espiratorias al interior del pulmón y al convertirse en las presiones transmuralas.

En el pulmón normal, el calibre de las vías aéreas prácticamente no se modifica en las dos posiciones, por lo que $\dot{V}_{max. 25\% F}$ tiene valores estadísticamente iguales en TLC y en el 80% de VC. Sin embargo, en los asmáticos, la mayor inflación puede modificar el calibre de algunas vías y determinar flujos espiratorios finales diferentes, pues el *status* de la estructura intrapulmonar no es uniforme. Pudiera afirmarse que en los asmáticos la diferencia entre $\dot{V}_{max. 25\% F}$ en las dos posiciones, demuestra que la salida del aire en la parte final de la espiración es dependiente de las propiedades mecánicas del pulmón alteradas en estos pacientes, y esta prueba puede constituir un dato diferenciador entre pulmones sanos y enfermos.

El hecho de que exista diferencia en las curvas FV de niños sanos entre los flujos de una parte de la curva ($\dot{V}_{max. 25\%}$), y no la haya entre los $\dot{V}_{max.}$ del 100% de la curva, induce a pensar que los flujos de la parte media compensan las diferencias iniciales con una desaceleración que da lugar a flujos submáximos.¹⁴

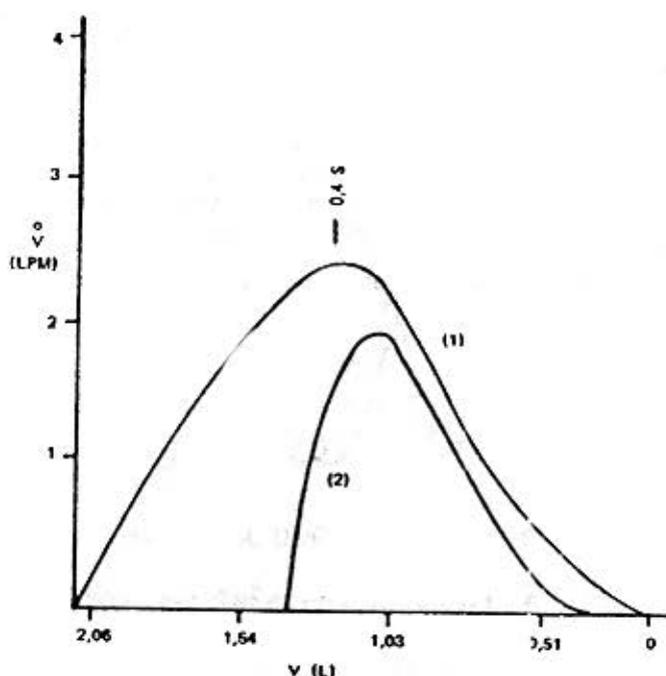
Algunos autores¹⁵ han estudiado la reproductividad del pico de flujo, es decir, su posición en relación con TLC o RV, para ver el menor tiempo en que se alcanza el flujo mayor, cuando se repite la maniobra forzada hacia TLC, estando más desplazado en los obstructivos. En nuestros resultados, el no desplazamiento del pico en las dos maniobras sucesivas fue el signo que diferenció los asmáticos en momentos en que estos enfermos estaban asintomáticos de los normales (gráficos 1 y 2).

Gráfico 1



Curvas de flujo-volumen a VC (1) y 80% de VC (2) en niños sanos. El punto a representa el 25% aproximadamente del volumen de ambas curvas, y los flujos son iguales en este rango. El pico de la curva 2 está desplazado hacia TLC.

Gráfico 2



Curvas de flujo-volumen e VC (1) y 80% de VC (2) en niños asmáticos intercrisis. Los flujos del 25% final no coinciden, pero la posición de los picos de ambas curvas no son estadísticamente diferentes.

SUMMARY

Hernández Najarro, R. et al. *Study of the maneuver of forced expiratory vital capacity (FEVC) in asthmatic and healthy children.* Rev Cub Ped 55: 6. 1983.

It is reported that in order to validate pulmonary functional test which is based on flow-volume curve starting from a maneuver of forced expiratory vital capacity, originally described by Mead, a study of such maneuver behaviour in front of similar and maximal respiratory efforts, starting from three different positions of the lung, one with completely full-air lung and the other two with small volumes, was performed. It is pointed out that the test was practiced to 10 normal children and 10 asthmatic children at intercrisis, with a conventional spirometer, and records were converted to flow-volume. It is demonstrated that no significant differences in healthy children were found in flows between first and third position at less than 25% of ending expiration, while difference was observed at initial expiration. It is indicated that in asthmatic children, these two positions determined significant flows among them. Flow peak also resulted a differential sign between both groups of children studied when the test was performed.

RESUME

Hernández Najarro, R. et al. *Etude de la manoeuvre de capacité vitale forcée expiratoire (FEVC) chez des enfants sains et asthmatiques.* Rev Cub Ped 55: 6, 1983.

Afin de valider l'épreuve de la fonction pulmonaire basée sur l'étude de la courbe flux-volume à partir d'une manoeuvre de capacité vitale forcée expiratoire, décrite en principe par Mead, les auteurs ont réalisé une étude du comportement de cette manoeuvre face à des efforts expiratoires similaires et maximums, à partir de trois positions différentes du poumon: l'une à poumon plein d'air, et les autres avec des volumes inférieurs. L'épreuve a été réalisée sur 10 enfants normaux et 10 asthmatiques inter-crise, dans un spiromètre conventionnel, et les enregistrements ont été transformés en flux-volume. Il est démontré que les flux entre la première et la troisième position, à moins de 25% de la fin de l'expiration, ne diffèrent pas significativement chez les enfants bien portants, alors qu'ils diffèrent dans 25% initial. Chez les asthmatiques, ces deux positions ont déterminé des flux significatifs entre eux. Le pic du flux a été un signe qui a différencié les deux groupes d'enfants étudiés lors de réaliser l'épreuve.

BIBLIOGRAFIA

1. Marshall, R.: Objective tests of respiratory mechanics. In: Handbook of Physiology Respiration. Washington D. C. Am Physiol Soc 2: 1399. Set. 1964.
2. Gilson, J. C.; P. Hugh-Jones: The measurement of total lung volume and breathing capacity. Clin Sci 7: 185-216, 1949.
3. Bahn, H.; W. O. Fenin; A. B. Otis: Daily variations of vital capacity residual air and expiratory reserve including a study of the residual air method. J Appl Physiol 1: 725-736, 1949.
4. Whitfield, A. G.; W. A. H.: Waternose and its subdivisions. A study in physiological norms, I. basic data. Br J Social Med 4(1): 25, 1950.
5. Mead, J.: Volumen displacement body plethysmograph for respiratory measurements in human subjects. J Appl Physiol 15: 736-740, 1960.
6. Dayman, H.: Mechanics of airflow in health and in emphysema. J Clin Invest 30: 1175, 1951.
7. Mc Bride, J. T.; B. M. Wohl: Pruebas de función pulmonar. Pediatr Clin North Am 3: 535-549, 1979.
8. Giammona, S. T.: Evaluation of pulmonary function in children. Pediatr Clin North Am 18: 285-303, 1971.
9. Souhrada, J. F.; J. M. Euckley: Estudio de la función pulmonar en niños asmáticos. Pediatr Clin North Am 17: 249-278, 1976.
10. Haytt, R. E.; L. F. Black: The flow-volume curve. Am Rev Respir Dis 107: 191-199, 1973.
11. Goldsnieth, J. P.: A simple test of maximal expiratory flow detecting ventilatory obstruction. Am Rev Tuberc Pulmonary Dis 78: 180-190, 1958.
12. Potter, W. A.; S. Olafsson; R. E. Hyatt: Ventilatory mechanics and expiratory flow limitation during exercise in patients with obstructive lung disease. J Clin Invest 50: 910-919, 1971.
13. Fales, J. T.; K. L. Zierler: Relation between length tension and heat: frog sartorius muscle, brief tetani. Am J Physiol 216: 70, 1969.

14. *Burrows, B.*: Resumen general de las neumopatías obstructivas. Clin Med Norteam 3: 453-469, 1981.
15. *Gold, M. W.; H. S. Kaufman; J. A. Nadel*: Elastic recoil of the lungs in chronic asthmatic patients before and after therapy. J Appl Physiol 23: 433-38, 1967.

Recibido: 20 de enero de 1983

Aprobado: 28 de marzo de 1983.

Dr. Roberto Hernández Najarro
Hospital pediátrico docente "William Soler"
San Francisco No. 10112. Ciudad de La Habana, 8