

MEDICION DEL VOLUMEN DE CIERRE EN SUJETOS FUMADORES

Enrique Rincón*, Hilda Salcedo**, Claudio Medina*** y José Ford***

RESUMEN

Se midió el volumen de cierre en 33 sujetos fumadores y sin antecedentes de enfermedades cardiorrespiratorias, encontrándose un aumento significativo del volumen de cierre, en relación con los valores obtenidos usando las ecuaciones de Buist y Ross en no fumadores del mismo sexo y edad. Se explica el aumento en el volumen de cierre encontrado en fumadores, por la presencia de una bronquiolitis respiratoria.

En 3 de los 4 fumadores asintomáticos, se encontró también un aumento significativo del volumen de cierre, indicando que en ciertos fumadores la alteración en la función de las vías aéreas pequeñas precede a las manifestaciones clínicas de la enfermedad bronquial obstructiva crónica (EBOC).

Los hallazgos del presente trabajo confirman los de otros autores, y le dan un gran valor a la medición del volumen de cierre en el diagnóstico precoz y prevención de la EBOC.

* Cátedra de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

** Cátedra de Pediatría, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

*** Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital Universitario. Maracaibo, Venezuela.

INTRODUCCION

La asociación entre la enfermedad bronquial obstructiva crónica (EBOC) y cigarrillo, ha sido documentada por numerosos estudios (9, 10). Existen evidencias de que la EBOC se inicia a nivel de las vías aéreas pequeñas o sea de menos de 2 mm de diámetro. En vista de que estas vías, por su mayor área de sección (11), contribuyen en menos del 30% a la resistencia total de las vías aéreas, constituyen una zona "silenciosa" en el pulmón (6, 7, 12); no pudiéndose detectar lesiones a nivel de éstas con la espirometría convencional ni con la medición de la resistencia de vías aéreas, mediante el método pletismográfico. Recientemente, la medición de la "compliance" dinámica, la curva de flujo-volumen y la medición del volumen de cierre, se han usado para conocer la función de las vías aéreas pequeñas y detectar cualquier lesión a nivel de éstas, como se observa en las etapas iniciales de la EBOC (4).

De los métodos mencionados, el volumen de cierre es un método no invasivo y fácil de realizar. Se basa en la evidencia que sugiere que algunas vías aéreas dependientes se cierran a un volumen pulmonar bajo, siendo este cierre probablemente responsable por los cambios que se observan en la concentración del aire espirado, medida, a nivel de la boca, al final de una espiración máxima. La prueba se realiza efectuando el sujeto una capacidad vital inspiratoria de un gas diferente al aire: O₂, xenón, argón, helio; luego el sujeto realiza una capacidad vital espiratoria máxima a un flujo constante (0,5 l/seg), registrándose continuamente la concentración del gas marcador en el aire espirado en función del volumen de aire espirado.

En la curva de la concentración del gas espirado se distingue al final, un aumento en la concentración del gas o fase IV. El inicio de esta fase, llamado punto de cierre, se cree representa el cierre de un número importante de vías aéreas dependientes. El volumen de la fase IV se llama volumen de cierre y se expresa como porcentaje de la capacidad vital del sujeto.

Un aumento del volumen de cierre es indicativo de lesiones: edema, fibrosis, hiperplasia epitelial a nivel de las vías aéreas pequeñas, que se observan en la fase de comienzo de la EBOC, fase en que las lesiones son reversibles al cesar el consumo del cigarrillo; de ahí la importancia del diagnóstico precoz de la EBOC en sujetos fumadores.

El presente trabajo tiene por objeto comparar el volumen de cierre de un grupo de sujetos fumadores con los valores de sujetos normales y no

fumadores del mismo sexo y edad, y poder establecer si hay o nó una diferencia significativa entre los dos grupos de sujetos.

MATERIAL Y METODOS

Se midió el volumen de cierre en 33 sujetos fumadores: 22 hombres y 11 mujeres, cuyo promedio de edad era de 37 ± 11 años. Previa a la medición, cada sujeto fue interrogado sobre enfermedades cardíacas o respiratorias y síntomas respiratorios en el momento de la prueba, y se le practicó un examen físico del tórax. Se excluyeron del estudio aquellos sujetos con antecedentes de enfermedades cardíacas o respiratorias. A ninguno de los sujetos se le practicó estudio radiológico del tórax ni se midieron otros parámetros de función pulmonar, usándose el volumen de cierre como única prueba de selección. Para medir el volumen de cierre se usó un método de distribución de un gas inerte que es el helio, usando el sistema Hebotest Godart (Fig. 1), que está compuesto de una combinación de un analizador de helio (Kataferómetro) y de un pneumotacógrafo que, integrado, permite medir el volumen de aire espirado. Tanto el analizador como el pneumotacógrafo están conectados a un sistema de registro de doble canal, obteniéndose en uno de éstos la curva de volumen de aire espirado, medido a nivel de la boca del sujeto.

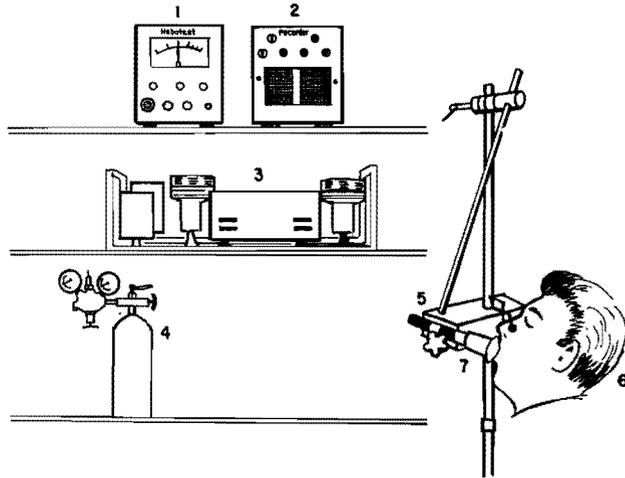


Fig. 1.— Diagrama del sistema Hebotest Godart. 1: Hebotest; 2: sistema de registro de doble canal; 3: bomba; 4: tanque de helio; 5: pneumotacógrafo; 6: paciente; 7: boquilla.

Procedimiento.— El sujeto es conectado al aparato mediante una boquilla y su nariz es ocluída por una pinza. Después que el sujeto realiza una espiración máxima y alcanza su volumen residual, efectúa a continuación una inspiración también máxima, recibiendo sus pulmones, al inicio de aquella, 300 cc de helio. A continuación, el sujeto realiza una espiración máxima a un flujo espiratorio constante (0.5 l/seg), obteniéndose una curva de concentración de helio espirado y del volumen de aire espirado. Estas dos curvas (Fig. 2), permiten medir el volumen de cierre que se expresa como porcentaje de la capacidad vital del sujeto, obtenida de la curva del volumen de aire espirado. Esta relación encontrada en el laboratorio se comparó con la obtenida usando las ecuaciones de Buist y Roos (2) en sujetos no fumadores, y empleando la técnica de la respiración única de nitrógeno que da valores de volumen de cierre igual a los encontrados con el método usado en el presente trabajo (5).

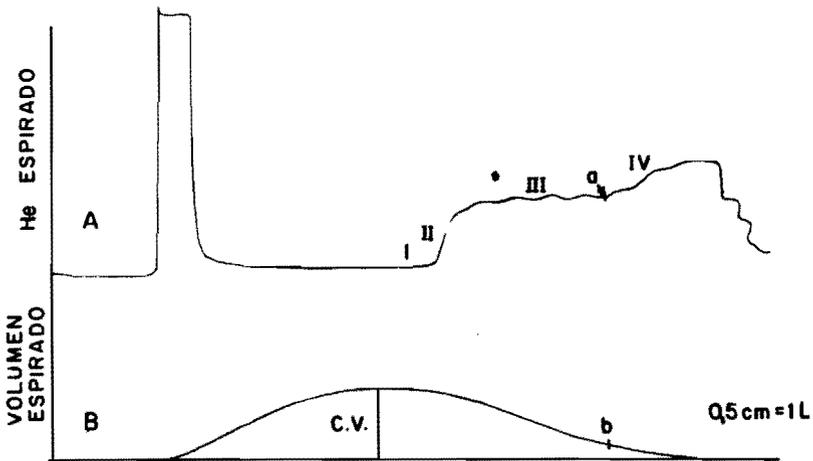


Fig. 2.— A) Curva de concentración de He en aire espirado. Obsérvense 4 fases. Fase I. representa el aire proveniente del espacio muerto anatómico. Fase II: aire proveniente del espacio muerto anatómico y de los alvéolos. Fase III o "plateau" alveolar: aire proveniente de los alvéolos. Fase IV: aire proveniente de porciones superiores del pulmón. Punto a: momento en que se cierran las vías aéreas pequeñas basales. B) Curva de volumen de aire espirado. CV = Capacidad vital, b = Volumen de cierre. En este paciente la CV = 2,9L y el VC = 0,9L. $\frac{VC}{CV} \times 100 = 34\%$.

CV

RESULTADOS

En la tabla I puede observarse la cantidad de cigarrillos consumidos por día y el tiempo de hábito tabáquico en cada uno de los sujetos estudiados.

TABLA I
CANTIDAD Y TIEMPO DE EXPOSICION AL CIGARRILLO

	Tiempo en años						
	1-5	6-11	12-17	18-23	24-29	30-35	36-41
< 1 paquete/año	5*	3	--	1	1	1	1
1 paquete/año	2	2	1	5	2	2	--
1-2 paquetes/año	--	1	2	--	--	2	--
2-3 paquetes/año	--	--	--	--	1	1	--

Paquete/año = 1 caja de cigarrillos por día durante un año.

* Número de sujetos.

De los 33 individuos estudiados sólo 4 (12%) no presentaron síntomas, mientras que 29 de ellos (88%) refirieron 1 ó mas de los síntomas respiratorios que aparecen en la tabla II.

En la tabla II se observa la frecuencia con que se presentaron los síntomas y signos respiratorios en los sujetos estudiados. Puede verse que la tos con expectoración mucosa fue el síntoma más frecuente en el grupo.

TABLA II
SINTOMAS Y SIGNOS

Síntomas y signos	Casos	Porcentaje
Tos seca	6	18,2
Tos con expectoración	19	57,6
Opresión torácica	2	6,1
Disnea de esfuerzo	1	3,0
Disminución del murmullo vesicular	1	3,0
Roncus y sibilancias	4	12,1
TOTAL	33	100,0

En la tabla III se observan las edades, capacidad vital, volumen de cierre en condiciones ATPS, y la relación porcentual entre el volumen de cierre y la capacidad vital; siendo mayor la relación encontrada en los sujetos que la obtenida en personas no fumadoras por Buist y Roos ($p < 0.005$).

En 3 de los 4 sujetos asintomáticos la relación $\frac{\text{Volumen de cierre}}{\text{Capacidad vital}} \times 100$ fue mayor que sus valores de predicción ($p < 0.001$).

TABLA III
RELACION PORCENTUAL ENTRE VOLUMEN DE CIERRE
Y CAPACIDAD VITAL

	Sujetos	Edad (Años)	Predicción			Encontrado
			CV (L)	VC (L)	$\frac{VC}{CV} \times 100$	$\frac{VC}{CV} \times 100$
$\bar{X} \pm DS$	33	37 ± 11	$3,4 \pm 1,0$	$0,7 \pm 0,4$	$13,91 \pm 3,67$	$21,51 \pm 14,7$
$p < 0.005$						

CV = Capacidad vital

VC = Volumen de cierre.

DISCUSION

Los síntomas respiratorios encontrados en fumadores en el presente trabajo concuerdan con los reportados por otros autores, siendo la tos con expectoración el de mayor frecuencia en el grupo estudiado. Los síntomas y signos que aparecen en la tabla II fueron mayormente encontrados en aquellas personas que tenían una larga historia de exposición al cigarrillo.

El aumento en el volumen de cierre encontrado en los fumadores estudiados (Tabla III), confirman los hallazgos de otros autores (1, 3, 9), y se explica por una bronquiolitis respiratoria descrita en la fase inicial de la EBOC (4, 8). Esta lesión consiste en agregado de macrófagos con pigmentación oscura, localizados en los bronquiólos de primer y segundo orden, distales a los bronquiólos membranosos terminales y frecuentemente se asocia a edema, fibrosis e hiperplasia epitelial en las paredes alveolares y bronquiales. Esta lesión ocurre en intensidad variable y es de distribución irregular en el pulmón (8).

Estas lesiones no producen una seria obstrucción al flujo aéreo en fumadores jóvenes, ya que las vías aéreas pequeñas contribuyen en menos del 30% a la resistencia total de las vías aéreas y de ahí, que se les llama zona

“silenciosa” en el pulmón (6, 7, 12); resultando normales las pruebas espirométricas convencionales en esta fase inicial de la EBOC, pudiéndose solamente ponerse en evidencia dichas lesiones con el uso de otras pruebas funcionales: Ej. curva de flujo-volumen, “compliance” dependiente de la frecuencia respiratoria y más recientemente usando gases radioactivos.

Las lesiones encontradas en las vías aéreas pequeñas al inicio de la EBOC, podrían ser precursoras de lesiones anatómicas más severas e irreversibles (8).

Es interesante también señalar que el aumento del volumen de cierre en los fumadores asintomáticos, demuestra lo temprano que se altera el volumen de cierre, y le dá a éste un gran valor en el diagnóstico precoz de la EBOC y en la prevención de la misma, si el sujeto abandona el hábito por el cigarrillo. Además, este hallazgo nos indica de que en ciertos fumadores, la alteración de la función de las vías aéreas pequeñas puede preceder a las manifestaciones clínicas de la EBOC.

La facilidad con que se realiza la medición del volumen de cierre en el laboratorio, permite que el método pueda aplicarse a un gran número de fumadores, a objeto de diferenciar entre aquellos que presentan o nó lesiones en las vías aéreas pequeñas y en el primer caso, el sujeto puede ser sometido a un estudio más completo de su función pulmonar y así poder saber si las lesiones abarcan o nó vías aéreas de mayor calibre.

ABSTRACT

Closing volume measurement on smokers. Rincón E. (*Cátedra de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela*), Salcedo H., Medina C., Ford J. *Invest Clín* 19(2): 68-75, 1978.— The closing volume using helium as tracer gas was measured on 33 smokers without past history of cardiopulmonary diseases. A significant increase ($p < 0.005$) in closing volume was found in relation to the normal values obtained by the equations of Buist and Ross for non smokers of the same age and sex. In 3 out of 4 asymptomatic smokers an elevation in closing volume was found and this is indicative that in some cases the abnormalities in the small airways precede the clinical manifestations. The results of the present study confirm the findings made by others authors. They give a great value to the measurement of the closing volume in the early detection and prevention of chronic obstructive lung disease.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- BASS H: The flow volume loop: normal standards and abnormalities in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 63: 171-176, 1973.
- 2- BUIST AS, ROSS BB: Predicted values for closing volumes using a modified single breath nitrogen test. *Amer Rev Resp Dis* 107: 744-752, 1973.
- 3- COLLINS JV: Closing volume-- A test of small airway function? *Brit J Dis Chest* 67: 1-17, 1973.
- 4- HOGG JC, MACKLEM PT, THURLBECK WM: Site and nature of airway obstruction in chronic obstructive lung disease. *New Engl J Med* 278: 1355-1360, 1968.
- 5- LINN WS, HACKNEY VD: Nitrogen and helium closing volume. Simultaneous measurement and reproducibility. *J Appl Physiol* 34: 396-399, 1973.
- 6- MACKLEM PT, MEAD J: Resistance of central and peripheral airways measured by a retrograde catheter. *J Appl Physiol* 22: 395-401, 1967.
- 7- MEAD J: The lung "quiet zone". *New Engl J Med* 282: 1318-1319, 1970.
- 8- NIEWOEHENER DE, KLEINERMAN J, RICE DB: Pathologic changes in the peripheral airways of young cigarette smokers. *New Engl J Med* 291: 755-758, 1974.
- 9- SPAIN DM, SIEGEL H, BRADDESS VA: Emphysema in apparently healthy adults: smoking, age and sex. *JAMA* 224: 322-325, 1973.
- 10- United States Department of Health, Education, and Welfare: The health consequences of smoking: A report of the Surgeon General, 1972. (DHEW Publication N° (HSM) 72-7516). Washington, DC, Government Printing Office, 1972, chapt 3.
- 11- WEIBEL ER: Morphometry of the human lung. Springer Verlag, Berlin, 1963.
- 12- WOOLKOCK AJ, VINCENT NJ, MACKLEM PT: Frequency dependence of compliance as a test for obstruction in the small airways. *J Clin Invest* 48: 1097-1106, 1969.