

Ciudad Sanitaria Virgen del Rocío. Sevilla  
Departamento de Medicina Interna. Sección  
de Fisiopatología Respiratoria.  
Servicio de Neumología.

## INTERES DEL ESTUDIO DE LAS CURVAS PRESION/VOLUMEN EN EL DIAGNOSTICO DIFERENCIAL DE LAS BRONCONEUMOPATIAS OBSTRUCTIVAS CRONICAS

J. Castillo Gómez, M. Díaz Fernández, T. Montemayor Rubio  
M. Peñafiel Colás, P. Ramis Bisellach, E. Rodríguez Becerra y  
J. López Mejías

### Introducción

El diagnóstico de las bronconeumopatías obstructivas crónicas, se hace de forma diferente, según se trate de bronquitis crónica, enfisema w asma bronquial.

En la bronquitis crónica y en el asma bronquial predominan los criterios clínicos.

El diagnóstico de enfisema es anatomopatológico, aunque en realidad pocos enfisemas son sometidos a biopsia pulmonar para ser diagnosticados, ya que disponemos de hallazgos clínicos, radiológicos y funcionales que nos permiten llegar al diagnóstico sin estudio histológico.

La gran dificultad para poder separar la bronquitis crónica del enfisema y del asma, ha hecho que este diagnóstico diferencial sea el que más trabajos ha motivado en la literatura en estos últimos años y que no ha sido resuelto. A medida que nace un nuevo método para explorar la función, casi siempre se aplica al diagnóstico diferencial de las bronconeumopatías obstructivas crónicas. Un estudio ya antiguo, pero extraordinariamente sugerente, es el del sistema elástico pulmonar. En el enfisema existe una alteración anatómica de este sistema, por lo que se pensó que su estudio llevaría a diferenciar claramente

las enfermedades con alteraciones de las fibras elásticas de las que no las tienen.

Nos proponemos, en este trabajo, ver la utilidad de las curvas volumen/presión en el diagnóstico diferencial de las bronconeumopatías obstructivas crónicas.

### Material y métodos

Hemos separado, según los criterios de Nash, y cols.<sup>1</sup> dos grupos de enfermos:

a). Cinco *bronquíticos crónicos* a los que hemos exigido una puntuación de 0 a 3.  
b). Siete *enfisemas pulmonares* con puntuación de 7 a 10.

Además hemos estudiado otros dos grupos:  
a). Diecinueve enfermos diagnosticados de asma bronquial mediante la definición clínica, y las pruebas cutáneas.

b). Un grupo de 25 personas normales, voluntarios a los que hemos exigido carecer de antecedentes respiratorios, radiografía de tórax y espirografía normales.

Las edades del grupo sano oscilaban entre 18 y 25 años, de los 25, 14 eran mujeres y 11 hombres.

Las edades de los bronquíticos oscilaban entre 37 y 60 años y la de los enfisematosos, entre 50 y 65 años.

A todos ellos se les ha realizado el estudio clínico, radiológico electrocardiográfico y analítico, para poder agruparlos según los criterios anteriormente expuestos, y además una exploración funcional con espirografía, capacidad residual funcional, resistencia de la vía aérea, toma fraccionada de CO y curvas presión/volumen. La severidad de obstrucción en enfermos es comparable.

Las curvas presión/volumen las hemos rea-

lizado de la siguiente manera: La presión mediante balón esofágico, según la técnica de Milic-Emili y cols.<sup>2</sup> conectando el catéter a un transductor de presión registrándola simultáneamente con el volumen en un registrador X-Y.

La longitud del balón es de 15 cm y la sección de 12 mm. y va conectado a un tubo de polietileno de 3 mm de diámetro. Una vez el balón en esófago, lo empujamos hasta observar que las presiones, tanto en inspiración como en espiración, son positivas, localizando entonces el balón en estómago. Retiramos el catéter hasta observar que las presiones se hacen negativas en ins y espiración y consideramos entonces que estamos en el tercio inferior. Pedimos entonces al enfermo que haga tres o cuatro respiraciones profundas, comenzando el registro de las curvas a partir de ese momento.

El volumen lo hallamos mediante la integración del flujo.

Las curvas se realizan siempre en espiración, partiendo de la capacidad pulmonar total, con un mínimo de 8 curvas y el valor obtenido va a ser la media de todas ellas.

La capacidad residual funcional ha sido realizada en pletismografía corporal mediante la técnica de interrupción.

Los parámetros estudiados han sido los siguientes:

1) Compliance estática (Cst) obtenida siempre entre 300 cc y 1.300 cc de volumen, partiendo del volumen residual.

2) Compliance dinámica a frecuencia normal: uniendo los puntos de flujo 0 y hallando la relación volumen/presión.

3) Compliance específica: compliance estática/capacidad residual funcional (CRF).

4) Máxima presión inspiratoria (PMI): entre el comienzo de la inspiración y el final de ésta.

5) Compliance total: capacidad pulmonar total (CPT)/PMI.

6) Elastancia total: PMI/CPT.



## Resultados

En las tablas I a V se pueden ver los resultados obtenidos en los distintos parámetros estudiados, con su valor medio, la desviación estándar y el estudio comparativo de los diferentes grupos entre sí, así como su significación estadística, mediante el test de Grosse-Student.

En la tabla I se observan las cifras de máxima presión inspiratoria (PMI) en los cuatro grupos estudiados. Los resultados separan claramente la bronquitis crónica del enfisema. También de una forma evidente, el grupo normal de enfisematoso. Ya, más débilmente, el grupo normal de la bronquitis crónica y no es significativa en cuanto a la comparación de los asmáticos con los normales.

En la tabla II vemos que la compliance total nos diferencia claramente, al igual que el PMI, el grupo normal de enfisema y la bronquitis crónica del enfisema.

La elastance total (tabla III), al ser inversa a la compliance total, coincide como es lógico con los resultados obtenidos mediante el estudio de la compliance global.

En la tabla IV observamos que la complice estática no nos diferencia, de forma evidente, la bronquitis del enfisema y, sólo nos apunta una diferenciación entre el grupo normal y el bronquítico.

La compliance a frecuencia normal o compliance funcional no nos sirve para hacer el diagnóstico diferencial de las bronconeumopatías crónicas obstructivas.

Por último, la tabla V con los valores de la compliance específica, tampoco es demostrativa.

## Discusión

Admitiendo que el estudio de la elasticidad pulmonar hay que realizarlo en condiciones estáticas, los índices estudiados podemos dividirlos en dos categorías, según el método empleado:

A. Comprende la *compliance estática*, la *específica*, la global, el coeficiente de *retracción elástica* y la presión conseguida a capacidad pulmonar total, realizada con interrupciones relativamente prolongadas.

La segunda es la llamada *compliance funcional*, basada en la suposición de la igualdad de presiones cuando sucede el cambio entre inspiración y espiración y en ésta, como es

TABLA I

Máxima presión inspiratoria		
	Media	Desviación estándar
Normales	21,5	6,44515
Bronquitis crónica	17,6	3,27719
Enfisema	11,2857	2,5051
Asma bronquial	19,5895	8,86221

  

Test de Grosse-Student		
Bronquitis crónica (5)-enfisema (7)	= p < 0,005	
Normales (25)-bronquitis crónica (5)	= p < 0,10	
Normales (25)-enfisema (7)	= p < 0,0005	
Normales (25)-asma bronquial (19)	= p > 0,20	

TABLA II

T.L.C. P.M.I.	Compliance total	
	Media	Desviación estándar
Normales	0,30908	0,107089
Bronquitis crónica	0,3472	0,0187872
Enfisema	0,790	0,263746
Asma Bronquial	0,413895	0,36645

  

Test de Grosse-Student		
Bronquitis crónica (5)-enfisema (7)	= p < 0,025	
Normales (24)-bronquitis crónica (5)	= p > 0,20	
Normales (24)-enfisema (7)	= p < 0,0005	
Normales (24)-asma bronquial (19)	= p > 0,15	

TABLA III

P.M.I. T.L.C.	Elastancia total	
	Media	Desviación estándar
Normales	3,632	1,24152
Bronquitis crónica	2,860	0,162481
Enfisema	1,310	0,368821
Asma bronquial	3,30526	1,61032

  

Test de Grosse-Student		
Bronquitis crónica (5)-enfisema (7)	= p < 0,0005	
Normales (25)-bronquitis crónica (5)	= p > 0,15	
Normales (25)-enfisema (7)	= p < 0,0005	
Normales (25)-asma bronquial (19)	= p > 0,20	

TABLA IV

	Compliance estática	
	Media	Desviación estándar
Normales	0,217	0,86229
Bronquitis crónica	0,141	0,644857
Enfisema	0,250	0,112619
Asma bronquial	0,203	0,06458

  

Test de Grosse-Student		
Bronquitis crónica (5)-enfisema (7)	= p < 0,10	
Normales (25)-bronquitis crónica (5)	= p < 0,05	
Normales (25)-enfisema (7)	= p < 0,25	
Normales (25)-asma bronquial (19)	= p > 0,30	

TABLA V

C. Sts. C.R.F.	COMPLIANCE ESPECÍFICA	
	Media	Desviación estándar
Bronquitis crónica	0,030	0,0143108
Enfisema	0,04528	0,01825
Asma bronquial	0,052	0,02062

  

Test de Grosse-Student		
Bronquitis crónica (5)-enfisema (7)	= p < 0,05	
Normales (25)-bronquitis crónica (5)	= p < 0,025	
Normales (25)-enfisema (7)	= p < 0,05	
Normales (25)-asma bronquial (19)	= p < 0,10	

lógico, la interrupción es muy corta<sup>3</sup> y para esto son necesarias las siguientes condiciones: a) que la relación presión-volumen sea lineal. b) que la histéresis sea despreciable para pequeñas variaciones de volumen. c) cuando no existe flujo en la boca, tampoco tiene que existir en los alvéolos. d) que la relación presión-volumen sea independiente de la frecuencia ventilatoria.

En cuanto a los índices estudiados por medio de interrupciones más prolongadas, como hemos señalado anteriormente, existen varios factores que nos pueden alterar los resultados, tanto en personas normales como enfermos: la dificultad de mantener la glotis abierta, sin flujo aéreo; la edad de la persona; el sistema catéter-balón esférico la historia volumétrica y la existencia o no de otra alteración pulmonar o cardiaca.

Estos múltiples factores pueden, sin duda, ser la causa de los diversos datos obtenidos por diferentes autores<sup>3-20</sup>.

La compliance funcional, además de todas las causas de error expuestas, tiene el inconveniente del corto espacio de tiempo en que el flujo se anula en la boca. Además la independencia frecuencia ventilatoria-presión/volumen ha sido muy discutida con opiniones contradictorias, como la de Peslin que encontraba una dependencia de la frecuencia en las personas normales y, sin embargo en el momento actual, se acepta que la compliance a distintas frecuencias no cambia en las personas normales<sup>22-25</sup>.

Por último y, aunque no está dentro del estudio de la elasticidad pulmonar, pero sí relacionada con ella, no podemos olvidar la compliance torácica y su repercusión en la clínica<sup>11,26-28</sup>.

A pesar de estas críticas y de los



posibles errores cometidos tras haber empleado una técnica muy cuidadosa, el estudio de la elasticidad pulmonar es actualmente considerado como un medio muy útil para hacer el diagnóstico diferencial de algunas bronconeumopatías crónicas. En la bibliografía recogida referente al enfisema, hay un acuerdo total en que los parámetros compliance estática y compliance global, está aumentados con respecto a los normales a los asmáticos y que puede ser diferenciado claramente por estos índices, el enfisema del resto de las bronconeumopatías crónicas obstructivas. Nuestros resultados coinciden totalmente con este hecho sin olvidarnos de la máxima presión inspiratoria, que también los diferencia claramente<sup>11,12,19,20,24,26,32</sup>

En nuestra experiencia, la compliance global y la máxima presión inspiratoria junto con el coeficiente de retracción elástica, son los índices que más se alteran en el enfisema<sup>20,32,33</sup>

En cuanto a la importancia para el diagnóstico diferencial entre bronquíticos y normales, al menos en la forma de selección que nosotros hemos realizado, ésta es prácticamente nula, aunque como es lógico, sí nos sirve para diferenciar bronquitis de enfisema.

Con el asma bronquial sucede algo parecido no permitiendo el estudio del sistema elástico pulmonar, el diagnóstico diferencial con los normales y los bronquíticos, aunque sí con los enfisematosos, Finucane<sup>34</sup> considera que si los resultados son lle-

vados a porcentaje de capacidad pulmonar total, existen diferencias entre normales y asmáticos. Nosotros no hemos realizado esta corrección y nuestros resultados, por tanto, son negativos.

Creemos que es muy útil el estudio de la elasticidad pulmonar para separar a los enfisematosos del resto de las bronconeumopatías crónicas y de los normales, aunque no podemos olvidar que nuestro estudio ha sido realizado sobre casos muy evolucionados y queda el interrogante del rendimiento de esta exploración en las formas iniciales o poco evolucionadas.

### Conclusiones

El estudio de las curvas volumen/presión diferencia claramente el enfisema del resto de las bronconeumopatías crónicas obstructivas y de los normales.

No permite, sin embargo, separar las personas normales de los asmáticos ni de los bronquíticos.

El método requiere una gran rigurosidad en la técnica y en el material empleado.

Los parámetros más demostrativos son la máxima presión inspiratoria, la compliance total y la elastancia total.

### Resumen

Los autores estudian tres grupos de enfermos agrupados mediante cri-

terios clínicos (bronquitis crónica, enfisema y asma bronquial) y lo comparan con un grupo testigo de personas normales.

Estudian las relaciones volumen/presión en condiciones casi estáticas; específicas funcionales; global y su inversa, así como la máxima presión inspiratoria.

Se concluye que la máxima presión inspiratoria, la compliance global y su inversa, la elastancia total, son unos magníficos parámetros para el diagnóstico diferencial entre bronquitis crónica y enfisema.

### Summary

INTEREST OF THE STUDY OF PRESSURE/VOLUME CURVES IN THE DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CHRONIC OBSTRUCTIVE BRONCHOPNEUMOPATHIES

The authors study three groups of patients grouped according to clinical criteria (chronic bronchitis, emphysema and bronchial asthma) and compare them with a control group of healthy individuals.

They study the relations volume/pressure in almost static conditions, specific functional; global and its inverse, as well as the maximum inspiratory pressure.

The authors conclude that the maximum inspiratory pressure, global compliance and its inverse, total elastance are some magnificent parameters for the differential diagnosis between chronic bronchitis and emphysema.

### BIBLIOGRAFIA

- NASH, E.S., BRISCOE, W.A. y COURNAND, A.: The relationship between clinical and physiological findings in chronic obstructive disease of the lungs. *Med. Thorac.*, 22: 305, 1965.
- MILIC-EMILI, J., MEAD, J., TURNER, J.M. y GLAUSER, E.M.: Improved technique for estimating pleural pressure from esophageal balloons. *J. Appl. Physiol.*, 19: 207, 1964.
- DESMEULES, M.: Méthodes d'étude des propriétés élastiques pulmonaires. XIV session d'enseignement post-universitaire. Nancy. 21-28 de Marzo 1971.
- BUTLER, J. White, H.C. y ARNOTT, M.: The pulmonary compliance in normal subjects. *Clin. Sci.*, 16: 709, 1957.
- FRANK, N.R., LYONS, H.A., SIEBENS, A.A. y NEALON, T. F.: Pulmonary compliance in patients with cardiac disease. (Clin. Studies). *Am. J. Med.*, 24: 516, 1957.
- KNOWLES, J.H., HONG, S.K. y RAHN, H.: Possible errors using esophageal balloon in determination of pressure-volume charac-

- istics of the lung and thoracic cage. *J. Appl. Physiol.*, 14: 164, 1959.
- LIM, T.P.K. y LUFT, U.C.: Alterations in lung compliance and functional residual capacity with posture. *J. Appl. Physiol.*, 14: 164, 1959.
- D'ANGELO, E., MISEROCHI, G., MICHELINI, S. y AGOSTONI, E.: Local transpulmonary pressure after lobar occlusion. *Respir. Physiol.*, 18: 328, 1973.
- D'ANGELO, E. y AGOSTINI, E.: Continuous recording of pleural surface pressure at various sites. *Respir. Physiol.*, 19: 356, 1973.
- PETIT, J.M. y MILIC-EMILI, J.: Measurement of endoesophageal pressure. *J. Appl. Physiol.*, 13: 481, 1958.
- BYRD, R.B. y HYATT, R.E.: Maximal respiratory pressures in chronic obstructive lung disease. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 98: 848, 1968.
- ATTINGER, E.O., GOLDSTEIN, M.M. y SEGAL, M.S.: Ventilation in chronic pulmonary emphysema. I. Pressure-volume and pressure-flow relationships. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 52: 411, 1956.
- SAXTON, G.A. Jr., RABINOWITZ, M., DEXTER, L. y HAYNES, F.W.: Pulmonary compliance in relation to pulmonary vascular pressure. *Am. Physiological Soc.*, 13: 127, 1954.
- NAIMARK, A. y CHERMIACK, R.M.: Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J. Appl. Physiol.*, 15: 377, 1960.
- PETIT, J.M., SENTERRE, J., BOCCAR, M., DELREZ, M., DAMOISEAU, J., LAGNEAUX, y NAMUR, M.: Variabilité de la compliance pulmonaire pendant la ventilation de repos chez l'adulte normal. *Path. Biol.*, 10-16: 1179, 1962.
- PAINE, J.R.: The clinical measurement of pulmonary elasticity. *J. Thorac. Surg.*, 9: 550, 1940.
- CHESTER, E.H., OSTRANDER, L.E., FRANCK, J.B. y NIEWOEHNER, D.E.: Influence of breathing rate on airway resistance and compliance measurements. *Respir. Physiol.*, 20: 337, 1974.
- GRIMAUD, Ch., VANUXEM, P., CAYRARD, P., NICOLI, M.M., COUTANT, P. y



CHARPIN, J.: Etude des correlations des paramètres de la mécanique ventilatoire chez 50 malades. Attints de bronchopneumopathie chronique obstructive non spécifique. *Bull. Physio-path. Respir.*, 6: 295, 1970.

19. TECULESCU, B., STAVESCU, C. y RACOVERESCU, C.: Static mechanical properties of the lung in bronchitic and emphysematous obstructive lung disease. *Entretiens de Physio-Pathologie Respiratoire*. Nancy. Mécanique bronco-pulmonaire chez l'homme sain et les pulmonaires chroniques. 1971. Masson et Cie.

20. DESMEULES, M., PESLIN, C., SARAIWA, C., UFFHOLTZ, H. y SADOUL, P.: Propriétés statiques et dynamiques pulmonaires dans la bronchite chronique et l'emphyseme. Mécanique broncho-pulmonaire chez l'homme sain et les pulmonaires chroniques. *Entretiens de Physio-Pathologie Respiratoire*. Nancy. 1971, Masson et Cie.

21. PESLIN, R., LACOSTE, J. y SADOUL, P.: Perturbations de l'élastance pulmonaire chez les bronchitiques chroniques. *J. Franç. Med. Chirurgie Thor.*, 16: 183, 1962.

22. PÉTIT, JM., TROQUET, J., DAMOISEAU, J., BOCCAR, M. y BELGE, G.: Influence de la fréquence respiratoire sur l'éstance pulmonaire chez l'adulte normal. *Rev. Franç. Etude Clin et Biol.*, 7: 405, 1962.

23. VARENE, P. y JACQUEMIN, Ch.: Mesure de la compliance pulmonaire et fréquence ventilatoire. *C.R. Seance Société Biol.*, 101: 1034, 1967.

24. WOOLCOCK, A.J., VINCENT, N.J. y MACKLEM, P.T.: Frequency dependence of compliance as a test for obstruction in the small airway. *J. Clin. Invest.* 48: 1097, 1969.

25. D'ANGELO, E. y AGOSTINI, E.: Distribution of transpulmonary pressure and chest wall shape. *Respir. Physiol.*, 22: 335, 1974.

26. ER YI, T. y LYONS, H.A.: Pressure-volume relations of lung and thoracic cage in pulmonary emphysema. *J. Appl. Physiol.*, 16: 517, 1961.

27. KRUMHOLZ, R.A. y ALBRIGHT, Ch. D.: The compliance of the chest wall and thorax in emphysema. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 97: 827, 1968.

28. RUIZ DE ANDRES, S., AGUILAR, J.M. y

ESTADAm J.: El enfisema según el comportamiento de la elastancia pylmonar. *Med. Clin.* 63: 343, 1974.

29. DONOSO, H., MOTLES, E., PAREDES, R. y KOCH, L.: Presión transpulmonar estática máxima como medida de las propiedades elásticas del pulmón. *Rev. Med. de Chile*, 94: 350, 1966.

30. CHRISTIE, R.V.: The elastic properties of the emphysematous lung and their clinical significance. *J. Clin. Invest.* 13: 295, 1934.

31. VERSTRAETEN, J.M., Van Der STRAETEN, J.: L'élastance pulmonaire chez les emphysemateux. *Lille Médical.*, 2: 91, 1958.

32. MEAD, J., LINDGREN, I. y GAENSLER, E.A.: The mechanical properties of the lungs in emphysema. *J. Appl. Physiol.*, 11: 14, 1955.

33. MEAD, J., TURNER, J.M., MACKLEM, P.T. y LITTLE, J.B.: Significance of the relationship between lung recoil and maximum expiratory flow. *J. Appl. Physiol.*, 22: 95, 1967.

34. FÍNUCANE, K.E. y COLEBATCH, J.H.: Elastic behavior of the lung in patients with airway obstruction. *J. Appl. Physiol.* 26: 330, 1969.