

# Estudio de la mecánica ventilatoria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Dres. Germán Reta, Juan Riva, José P. Arcos, Gabriel Cedrés, Miguel Alvarez, Ethel Meerovich, Héctor Píriz

## Resumen

Se estudiaron 27 pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) con diagnóstico clínico-radiológico y espirométrico. Durante la respiración tranquila se midieron: la complacencia pulmonar estática (CE), la complacencia pulmonar dinámica (CD) y la resistencia pulmonar total (RPT). Se compararon los resultados con los de una población normal.

La CE del grupo de pacientes con EPOC fue de  $0.515 \pm 0.385$  L/cm H<sub>2</sub>O y la del grupo control  $0.192 \pm 0.039$  L/cm H<sub>2</sub>O ( $p < 0.05$ ). La RPT de los pacientes con EPOC fue de  $5.6 \pm 4.3$  cm H<sub>2</sub>O/L/s, significativamente mayor que la del grupo control:  $2.64 \pm 1.07$  cm H<sub>2</sub>O/L/s ( $p < 0.05$ ). No existió diferencia significativa en los valores de la CD entre ambos grupos.

No se encontró correlación entre la complacencia estática y la capacidad vital. Tampoco existió correlación de la CD o la RPT con los parámetros espirométricos indicadores de limitación del flujo espiratorio (CVF, VEF1s, VEF1s/CVF Y FEF 25-75%).

Se concluye que el estudio de la mecánica ventilatoria durante la respiración tranquila en el EPOC, aporta información sobre la distensibilidad pulmonar y el estado de la vía aérea que es complementaria de la obtenida mediante la espirometría forzada.

**Palabras claves:** Neumopatías obstructivas. Complacencia pulmonar. Resistencias de las vías respiratorias.

**Dres. Germán Reta, Juan Riva**  
Ayudantes de Clase del Departamento de Fisiopatología.

**Dr. José P. Arcos**  
Profesor Adjunto del Laboratorio de Exploración Funcional Respiratoria del Hospital de Clínicas.

**Dres. Gabriel Cedrés, Miguel Alvarez**  
Ayudantes de Profesor Clínica Médica «C»

**Dra. Ethel Meerovich**  
Ex Asistente de Clínica Médica «C».

**Dr. Héctor Píriz**  
Profesor Director del Departamento de Fisiopatología. Facultad de Medicina.

## Introducción

La alteración funcional más importante de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) es la disminución del flujo forzado espiratorio. El valor del mismo, estudiado durante cierto período, no varía significativamente (1). La EPOC se evalúa habitualmente en los laboratorios de función pulmonar a través de la espirometría (curva flujo-volumen y volumen-tiempo). Este test es el menos inva-

sivo, tiene la mejor relación costo beneficio, brinda información de buena calidad y es reproducible. Permite además formular un diagnóstico funcional, plantear un pronóstico y evaluar la terapéutica.

El hecho funcional común a las enfermedades agrupadas como EPOC es la obstrucción de la vía aérea, cuyas causas pueden ser cambios inflamatorios crónicos de la pared bronquial, disminución de la retracción elástica pulmonar y en algunos casos aumento del tono muscular bronquial.

La obstrucción al flujo aéreo en las vías respiratorias disminuye el flujo espiratorio en la EPOC. Desde el punto de vista fisiológico los flujos espiratorios forzados dependen de dos factores que favorecen el flujo: la presión muscular desarrollada por los músculos espiratorios y la

Con la colaboración técnica de Ana R. Demarco y Alicia Da Rosa.  
**Correspondencia:** Prof. Dr. Héctor Píriz Abib.  
Cátedra y Departamento de Fisiopatología. Hospital de Clínicas.  
Av. Italia s/n Piso 15.  
Recibido 20/2/92

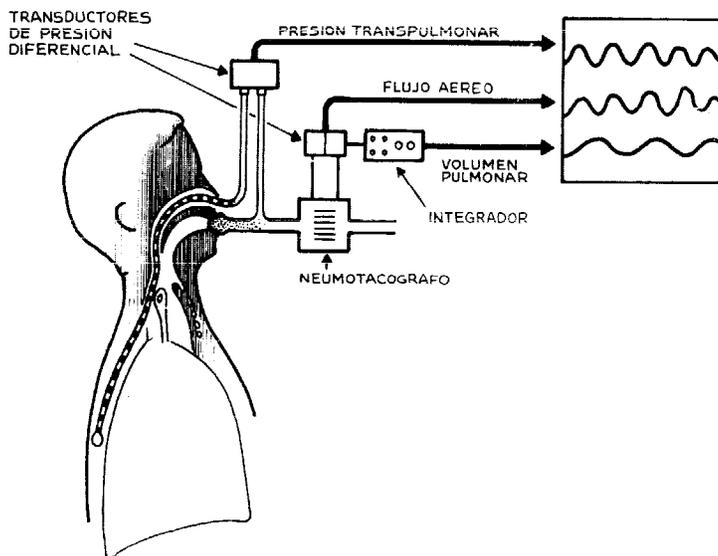


Figura 1 Esquema del dispositivo de registro de la mecánica ventilatoria durante la respiración tranquila.

retracción elástica pulmonar; y de un factor que se opone: la resistencia de la vía aérea. La espirometría permite identificar parcialmente cuál es el factor alterado y sólo en determinados casos. Por ejemplo, cuando en el enfisema pulmonar la curva flujo-volumen muestra una imagen típica de compresión dinámica precoz de la vía aérea. Sin embargo, aún en estos casos su especificidad es baja. En la mayoría de los pacientes con EPOC el patrón espirométrico sólo permite catalogarlos como «obstructivos» en forma genérica.

Existen situaciones clínicas en las que son necesarias otras pruebas funcionales que pongan de manifiesto estos mecanismos fisiopatológicos, que la espirometría no evidencia. Por ejemplo, cuando es preciso diferenciar el enfisema pulmonar, (enfermedad de la pequeña vía aérea y del parénquima pulmonar), de las enfermedades en las que predomina la obstrucción bronquial propiamente dicha.

Dicha diferenciación puede ser posible a través del estudio de la mecánica ventilatoria, en la respiración espontánea y tranquila, mediante la medida de la resistencia pulmonar total, complacencia dinámica y complacencia estática.

El objetivo de este trabajo es la evaluación funcional de un grupo de pacientes con EPOC a través del estudio de la mecánica ventilatoria mediante las pruebas mencionadas.

## Material y método

Se estudiaron 27 pacientes de la Clínica Médica «C» del Hospital de Clínicas (26 hombres y 1 mujer) con EPOC diagnosticados por medio de la historia clínica, la radiografía de tórax y la espirometría. Los enfermos tenían de 46 a 71 años ( $\bar{x}$  = 63).

Previamente a la realización del estudio, se pidió el consentimiento de los pacientes, explicándoles el objetivo perseguido y el procedimiento a realizar.

La historia clínica, la radiografía de tórax y la espirometría

fueron obtenidas retrospectivamente del archivo de la Policlínica de EPOC de la Clínica Médica «C». Clínicamente los pacientes fueron clasificados como predominantemente enfisematosos (EPOC de tipo A) o predominantemente bronquíticos crónicos (EPOC de tipo B). Cuando no fue posible definir el predominio, se los denominó como EPOC de tipo mixto. También fue consignada la existencia clínica de insuficiencia cardíaca derecha (cor pulmonar), la gasometría arterial y antecedentes de tabaquismo.

Los pacientes estudiados presentaban el volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF1s) menor de 80% del valor normal, la capacidad vital forzada (CVF) mayor de 50% del valor normal y la relación VEF1s/CVF menor de 70%. Los valores normales fueron obtenidos de Morris y cols. (2).

La complacencia dinámica (CD), la complacencia estática (CE) y la resistencia pulmonar total (RPT) se calcularon a partir del registro del flujo aéreo, del volumen corriente y de la presión transpulmonar. El flujo aéreo fue medido por medio de un neumotacógrafo Fleish N° 2, y de un transductor de presión diferencial Sanborn 270. El volumen se midió mediante la integración electrónica del flujo (3). La calibración de volumen se realizó con una jeringa de 2 litros y la del flujo por un método electrónico. La presión transpulmonar se midió con un transductor de presión diferencial Sanborn 268 a través de la diferencia entre la presión pleural y la presión en la boca. La presión pleural se estimó en forma indirecta con la técnica del balón esofágico (4, 5) y la presión en la boca a través de una toma lateral a la pieza bucal. Los registros se realizaron en un polígrafo Hewlett Packard Sanborn 7700 Serial Recorder (Figura 1).

Previo anestesia tópica orofaríngea y nasal, se introdujo el catéter balón a través de la nariz hasta el estómago. Se lo retiró lentamente hasta el tercio inferior del esófago. Esta posición se identificó por la inversión de la onda de presión, que se hace negativa al ingresar la sonda balón al tórax. El balón fue inflado con 2 mL de aire. El estudio se realizó con el paciente sentado respirando por la boca con la nariz ocluida.

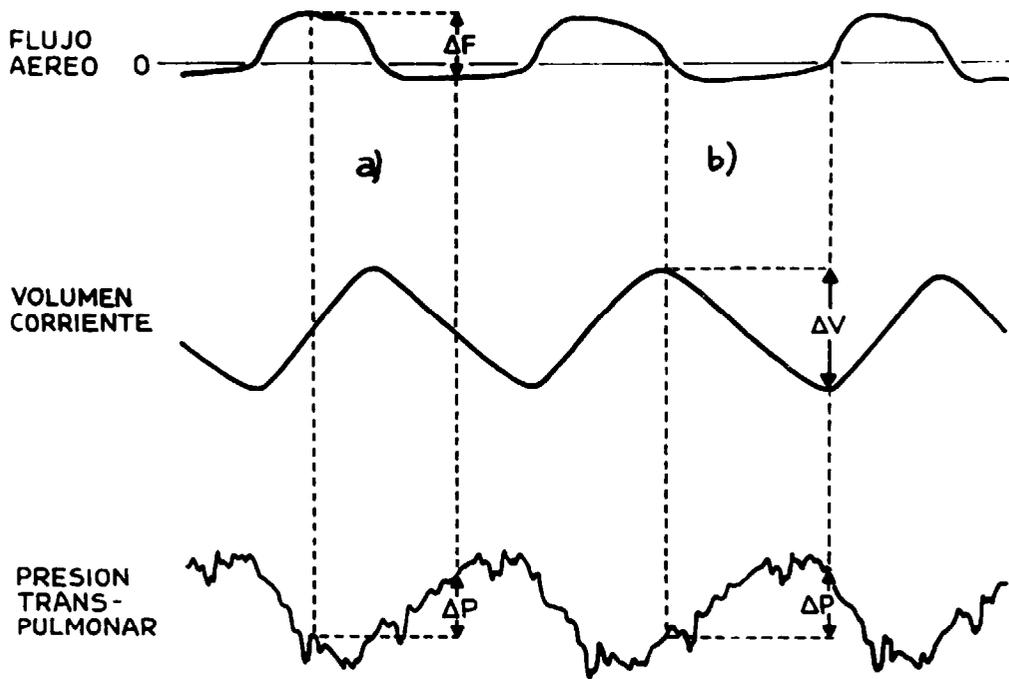


Figura 2 Registro simultáneo de volumen corriente y presión transpulmonar. En «a» se muestra cómo se obtiene el valor de flujo aéreo y de presión transpulmonar para el cálculo de la resistencia pulmonar total. En «b», se muestra cómo se obtiene el valor del volumen corriente y presión transpulmonar para calcular la complacencia dinámica.

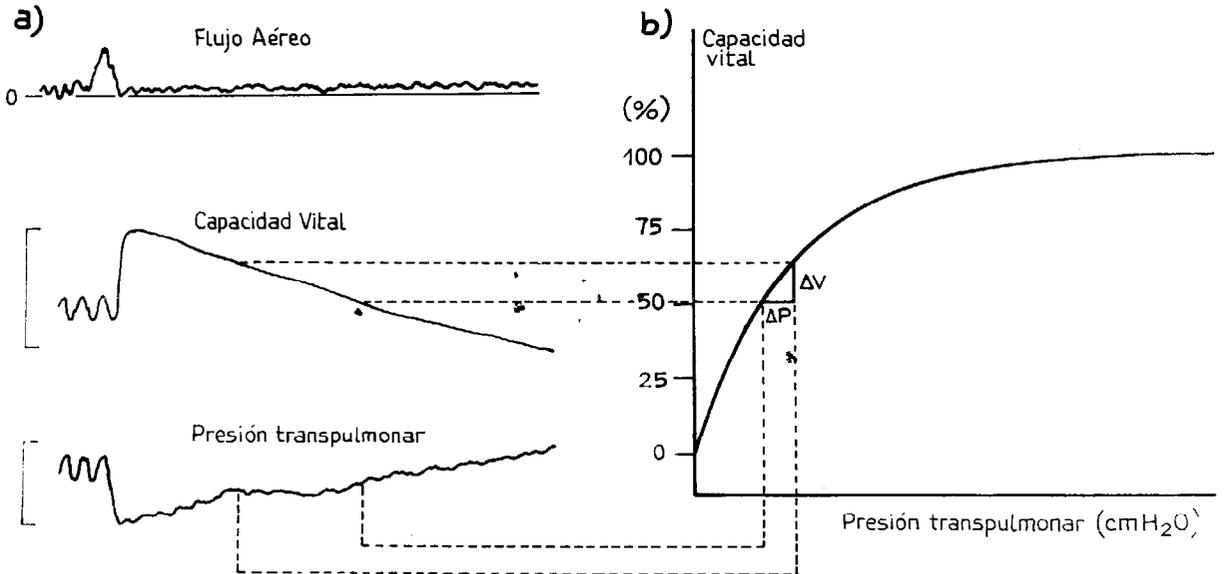


Figura 3 Medida de la complacencia estática.  
 a) registro simultáneo de flujo aéreo, capacidad vital y presión transpulmonar.  
 b) Trazado de la curva presión-volumen correspondiente a dicho registro.

## CUADRO I

Datos antropométricos, complacencia dinámica (CD) complacencia estática (CE) y resistencia pulmonar total (RPT) del grupo de pacientes con EPOC

Pac Nº	Sexo	Edad (años)	Talla (cm)	Peso (Kg)	CD (L/cm H <sub>2</sub> O)	CE (L/cm H <sub>2</sub> O)	RPT (cm H <sub>2</sub> O/L/s)
1	M	46	163	50	0.045	0.200	18.70
2	M	46	174	92	0.248	0.400	9.60
3	M	52	165	60	0.205	0.256	6.83
4	F	56	153	46	0.220	1.200	6.37
5	M	56	173	70	0.701	1.400	2.60
6	M	58	180	73	0.365	0.471	7.16
7	M	59	162	58	0.211	0.300	3.90
8	M	60	167	49	0.145	0.340	9.45
9	M	60	167	63	0.063	0.239	8.36
10	M	60	165	50	0.740	0.500	1.70
11	M	60	181	56	0.551	0.800	1.17
12	M	60	170	65	0.674	0.455	4.90
13	M	62	168	66	0.420	0.220	0.80
14	M	62	170	60	0.241	0.300	4.53
15	M	62	160	49	0.117	0.090	3.54
16	M	66	158	54	0.298	0.300	3.52
17	M	67	168	64	0.340	1.560	4.50
18	M	67	165	70	0.170	0.400	2.83
19	M	67	178	55	0.184	0.345	8.00
20	M	68	168	67	0.125	0.150	2.05
21	M	68	160	64	0.123	0.525	1.14
22	M	68	168	72	0.218	0.450	2.06
23	M	68	172	64	0.186	0.440	15.90
24	M	70	165	54	0.260	0.755	1.48
25	M	71	168	54	0.309	1.041	6.47
26	M	76	168	65	0.254	0.440	10.00
27	M	77	169	62	0.202	0.320	4.25

Una vez obtenido un punto final espiratorio reproducible, señal de que el paciente estaba adaptado al sistema, se realizó el registro de flujo aéreo, volumen corriente y presión transpulmonar, para la medida de la CD y RPT (figura 2). El valor de CD y RPT tomado en este estudio es el promedio de 12 ciclos respiratorios.

La CD se obtuvo de la relación entre el volumen corriente y la presión transpulmonar en los instantes en que el flujo aéreo en la boca era igual a cero. Se midió como la relación entre la diferencia de volumen y la diferencia de presión ( $\Delta V/\Delta P$ ) en esos momentos, porque en ellos la distensión o retracción del pulmón se produce por fuerzas puramente elásticas (6, 7) (figura 2).

La complacencia estática se midió con la técnica de la deflación pulmonar lenta o «complacencia cuasi-estática espiratoria». El paciente debe practicar tres maniobras de capacidad vital para obtener una historia de volumen pulmonar homogénea. En seguida se realiza una inspiración máxima seguida de una espiración lenta y continua hasta el volumen residual (figura 3). Se practican tres

maniobras y se promedian los valores. Se analiza manualmente el registro a razón de 1 a 2 valores por segundo y se confecciona un gráfico de volumen-presión transpulmonar espiratorio. Se estima la CE espiratoria en la pendiente de esta curva entre 25% y 75% de la capacidad vital (6) (figura 3). La pendiente de esta curva depende predominantemente de la retracción elástica pulmonar. Esta técnica para la medida de la CE descrita por Teculescu (8), tiene ciertas ventajas sobre la técnica de oclusión intermitente porque no genera cambios en la presión transpulmonar y no requiere un entrenamiento especial.

La resistencia pulmonar total fue calculada a través de la relación entre la diferencia de presión y la diferencia de flujo aéreo ( $\Delta P/\Delta F$ ). Se determinó por la medición simultánea del flujo y de la presión transpulmonar en los puntos de igual volumen, tal como lo describieron Von Neergard y Wirz (9) (figura 2). Con esta técnica se miden la resistencia de la vía aérea y las resistencias tisulares inspiratoria y espiratoria. Al medir en puntos de igual volumen se minimiza el efecto de las fuerzas elásticas sobre la presión transpulmonar. En ese momento las fuerzas de

**CUADRO II**  
 Datos antropométricos, complacencia dinámica (CD), complacencia estática (CE)  
 y resistencia pulmonar total del grupo control

Pac. N°	Sexo	Edad (años)	Talla (cm)	Peso (Kg)	CD (L/cmH <sub>2</sub> O)	CE (L/cmH <sub>2</sub> O)	RPT (cmH <sub>2</sub> O/L/s)
1	F	21	163	56	0.107	0.149	3.27
2	M	23	180	76	0.219	0.180	2.10
3	M	25	175	70	0.175	0.140	4.00
4	M	25	175	78	0.177	0.200	3.70
5	M	29	165	80	0.124	0.200	2.70
6	M	31	166	70	0.169	0.250	4.00
7	M	32	179	80	0.242	0.200	2.00
8	M	42	175	92	0.205	0.240	1.70
9	F	48	158		0.111	0.140	0.90
10	F	51	165	56	0.285	0.220	2.00

retracción son iguales y opuestas a las fuerzas de expansión pulmonar (figura 2).

El grupo control está constituido por 10 sujetos (siete hombres y tres mujeres) cuyas edades oscilan entre 21 y 51 años ( $\bar{x} = 33$ ), que no presentaban clínicamente patología respiratoria. A este grupo se le registró la CD, CE y RPT.

El análisis estadístico se hizo con test de correlación-regresión simple y test de «t» de Student.

### Resultados

El Cuadro I hace referencia a la clasificación clínica de los pacientes, gasometría arterial y antecedentes de tabaquismo.

Los Cuadros II y III muestran respectivamente los datos antropométricos y resultados de la complacencia dinámica, complacencia estática y resistencia pulmonar total de los pacientes y del grupo control.

El Cuadro IV muestra los valores promedio y los desvíos estándar de la espirometría del grupo de EPOC.

26 pacientes fueron clasificados clínicamente como EPOC de tipo mixto y sólo uno como EPOC de tipo B. Sólo tres tenían cor pulmonar clínico y trece antecedentes de tabaquismo. Catorce pacientes presentaban hipoxemia ( $\bar{x} = 72$  mmHg DE =  $\pm 9$ ); doce eran normo o hipocápnicos y dos hipercápnicos.

La CD de los pacientes fue de  $0.282 \pm 0.186$  L/cm H<sub>2</sub>O (media  $\pm$  DE) y la del grupo control de  $0.181 \pm 0.058$  L/cm H<sub>2</sub>O. La diferencia no fue significativa (Cuadro IV).

La CE de los pacientes fue de  $0.515 \pm 0.385$  L/cm H<sub>2</sub>O y la del grupo control de  $0.191 \pm 0.039$  L/cm H<sub>2</sub>O. La diferencia fue significativa ( $p < 0.05$ ) (Cuadro IV).

La RPT de los pacientes fue de  $5.60 \pm 4.00$  cm H<sub>2</sub>O/L/s y la del grupo control  $2.64 \pm 1.00$ . La diferencia fue significativa ( $p < 0.05$ ) (Cuadro IV).

No hubo correlación significativa entre CD, CE, RPT y la CVF, VEF1s/CVF, y el FEF25-75.

### Discusión

Nuestro estudio de la mecánica ventilatoria durante la respiración tranquila en la EPOC mostró características que lo distinguen del estudio de la respiración forzada. Esta metodología permitió evaluar globalmente las fuerzas que se oponen a la ventilación y las que la favorecen, y obtener conclusiones acerca de la distensibilidad pulmonar y resistencias pulmonares totales.

Se acepta que el estudio de la complacencia espiratoria en condiciones cuasi estáticas, es una buena medida de la distensibilidad pulmonar (8, 10, 11), ya que depende fundamentalmente del estado de las fibras elásticas y del surfactante pulmonar, y no se modifica significativamente por las resistencias de la vía aérea (12). Con la técnica utilizada al obtenerse un flujo próximo a cero, se minimiza el efecto de la resistencia de la vía aérea.

La CE del grupo de pacientes mostró un elevado valor promedio indicando que la distensibilidad pulmonar estaba aumentada. La dispersión de los valores fue considerable (de 0.200 a 1.560 L/cmH<sub>2</sub>O). Esto nos hace suponer que quizás no todos los 27 pacientes sean EPOC de tipo mixto.

Autores que realizaron esta división con un puntaje adecuado (8, 10-14), encuentran, en los predominantemente bronquíticos, que los valores de CE son similares a los valores de los sujetos normales, mientras que en los predominantemente enfisematosos, el promedio de la misma está francamente elevado (Teculesscu) (8) CE = 0.904 L/cm.H<sub>2</sub>O; Ehrner (13) CE = 1.221 L/cm.H<sub>2</sub>O; Finucane (14) CE = 0.711 L/cm.H<sub>2</sub>O).

Tomando el valor límite de Finucane (CE > 0.711 L/cm H<sub>2</sub>O), observamos en nuestra población de EPOC 6 pacientes en que predominaría el enfisema. Los 21 restantes estarían afectados de bronquitis crónica o por bronquitis crónica y enfisema (mixto).

No encontramos correlación entre la CE y la capacidad vital (figura 4). Ha sido una práctica común en la interpretación de la espirometría utilizar el valor de la capacidad vital como una aproximación indirecta al estado de la elasticidad pulmonar. Generalmente se homologa capacidad vital normal con elasticidad pulmonar normal y

**CUADRO III**  
Valores espirométricos de los pacientes con EPOC

CVF ( $\bar{x} \pm DE$ )	81% $\pm$ 17%
VEF1s ( $\bar{x} \pm DE$ )	45% $\pm$ 19%
VEF1s/CVF ( $\bar{x} \pm DE$ )	47% $\pm$ 12%
FEF 25-75 ( $\bar{x} \pm DE$ )	24% $\pm$ 13%

CVF: Capacidad vital forzada

VEF1s: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo de la CVF.

FEF 25-75%: Flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75 por ciento de la CVF.

**CUADRO IV**  
Valores promedios y desvíos estándar de complacencia dinámica (CD), complacencia estática (CE) y resistencias pulmonares totales (RPT) de la población normal y del grupo de pacientes.

	Grupo control	Pacientes EPOC	Valor de p
CD (L/cmH <sub>2</sub> O) ( $\bar{x} \pm DS$ )	0.181 $\pm$ 0.058	0.282 $\pm$ 0.186	NS
CE (L/cmH <sub>2</sub> O) ( $\bar{x} \pm DS$ )	0.192 $\pm$ 0.039	0.515 $\pm$ 0.385	< 0.05
RPT (cmH <sub>2</sub> O/L/s) ( $\bar{x} \pm DS$ )	2.64 $\pm$ 1.07	5.60 $\pm$ 4.30	< 0.05

capacidad vital disminuida con elasticidad pulmonar disminuida. Encontramos 12 pacientes con CV normal, 10 de los cuales mostraron una CE aumentada. Esto demuestra que la CV no es útil como medida de las propiedades elásticas del pulmón en este grupo de pacientes. La CV mide estrictamente un volumen pulmonar y la propiedad distensibilidad pulmonar es la relación entre la variación de volumen y la presión transpulmonar.

Teculescu encuentra una mejor correlación de la CE con el enfisema panacinar que con el centroacinar (el que involucra al bronquiolo respiratorio) (8). Sin embargo, Coletbach y cols. (15) opinan que si bien la CE es muy útil para valorar las alteraciones de la elasticidad en el enfisema, no aporta datos sobre el tipo anatómico del mismo. Otros autores (10, 13) sostienen que la CE es útil para valorar el comportamiento elástico del pulmón en el asma y en el enfisema. Dutu (16) comparando diferentes métodos, encuentra que la presión inspiratoria máxima, el coeficiente de retracción y la presión de semiinflación son más útiles que la CE para evaluar las propiedades elásticas del pulmón.

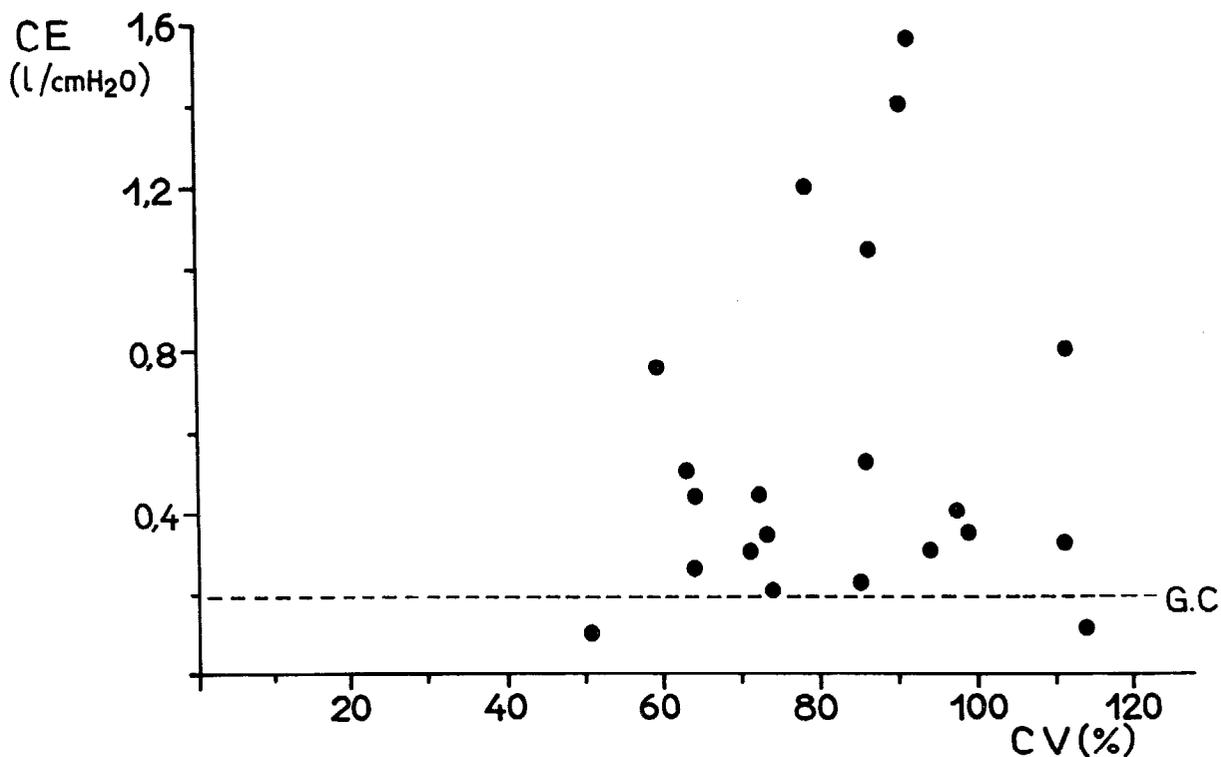
En los últimos tiempos se ha estudiado al análisis exponencial de la curva de presión-volumen pulmonar. A diferencia de la CE, que toma en cuenta sólo una porción de la pendiente de la curva, este análisis considera todo el desarrollo de la misma y además ha demostrado ser un método útil para el diagnóstico precoz de enfisema (15, 17, 18). Esto está avalado por numerosos estudios de correlación con diferentes índices anatomopatológicos de destrucción pulmonar (19).

La CD obtenida a bajas frecuencias respiratorias evalúa la elasticidad pulmonar. Sin embargo, como su valor puede estar modificado por la frecuencia respiratoria, se relaciona con dos factores principales: a) la elasticidad pulmonar propiamente dicha; y b) la heterogeneidad aerodinámica de la vía aérea. Si la frecuencia respiratoria aumenta, aumenta el flujo aéreo y la resistencia de la vía

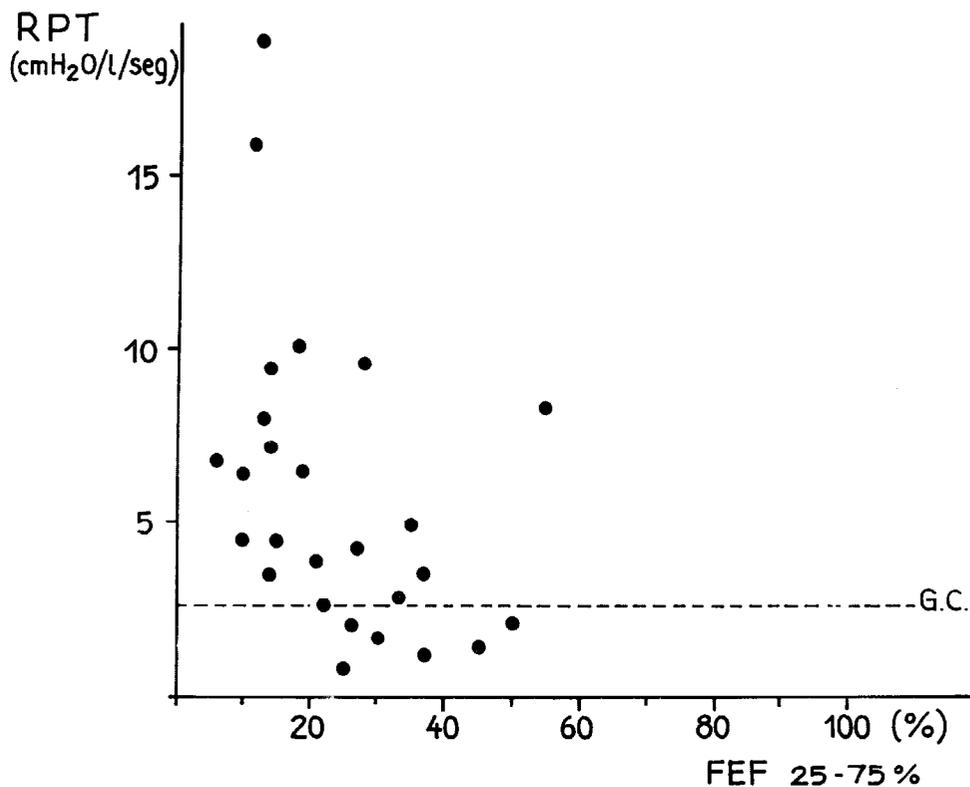
aérea, y la complacencia dinámica disminuye. En sujetos normales, la complacencia estática es igual a la dinámica, aún a frecuencias respiratorias altas. En personas con enfermedad de la pequeña vía aérea, se ha encontrado una disminución de la complacencia dinámica a medida que aumenta la frecuencia respiratoria y se la ha estandarizado como test diagnóstico. Estas consideraciones llevaron a pensar que la CD no es un índice apropiado para valorar el comportamiento elástico del pulmón, dada la influencia de las resistencias de la vía aérea periférica sobre ella, hecho señalado por Guillar y cols. (20). Ingram y cols. (21) estudiando poblaciones normales y comparándolas con fumadores asintomáticos, concluyen que la CD obtenida a frecuencias respiratorias altas es un buen índice de obstrucción de la vía aérea periférica. Por lo tanto, el examen de las propiedades mecánicas pulmonares a través de este método exige su medida a frecuencias respiratorias espontáneas, que reflejen su estado basal, y su medida a diferentes frecuencias para distinguir los efectos elásticos de los no elásticos (22). Esto requiere un entrenamiento especial del paciente, que en la mayoría de los casos dificulta su realización.

Nuestros valores de CD fueron similares a los de la población normal ( $\bar{x} = 0.282$  L/cm. H<sub>2</sub>O), mientras que los de Teculescu (8) son menores en enfermos con EPOC ( $\bar{x} = 0.080$  L/cm. H<sub>2</sub>O). Los valores de CD de Guillot son superiores a los nuestros (11). Estos valores son producto de la heterogeneidad de la población de pacientes donde hay un predominio obstructivo de la vía aérea, como podrían ser los bronquíticos crónicos y los pacientes mixtos, con la consiguiente disminución de la CD, como plantea Teculescu (8). Por otro lado existen pacientes con predominio de enfisema en los que la CD tiene una tendencia a aumentar. La combinación de estos resultados explicaría la gran dispersión que presentan nuestros datos.

Correlacionamos la CD con distintas pruebas espirométricas clásicas que evalúan obstrucción y no se encontró co-



**Figura 4** Capacidad Vital (CV) (expresada en porcentaje del valor normal) y Complacencia Estática (CE). No se observó correlación estadísticamente significativa. G.C.= Valor promedio de la CE del grupo control. ( $\bar{x}$  = 0.192 L/cm H<sub>2</sub>O; DE = ± 0.039)



**Figura 5** FEV 25/75% (expresado en porcentaje del valor normal) y Resistencia Pulmonar Total (RPT). No se observó correlación estadísticamente significativa. G.C.= Valor promedio de la RPT del grupo control ( $\bar{x}$  = 2.64 cm H<sub>2</sub>O/L/s; DE = ± 1.07)

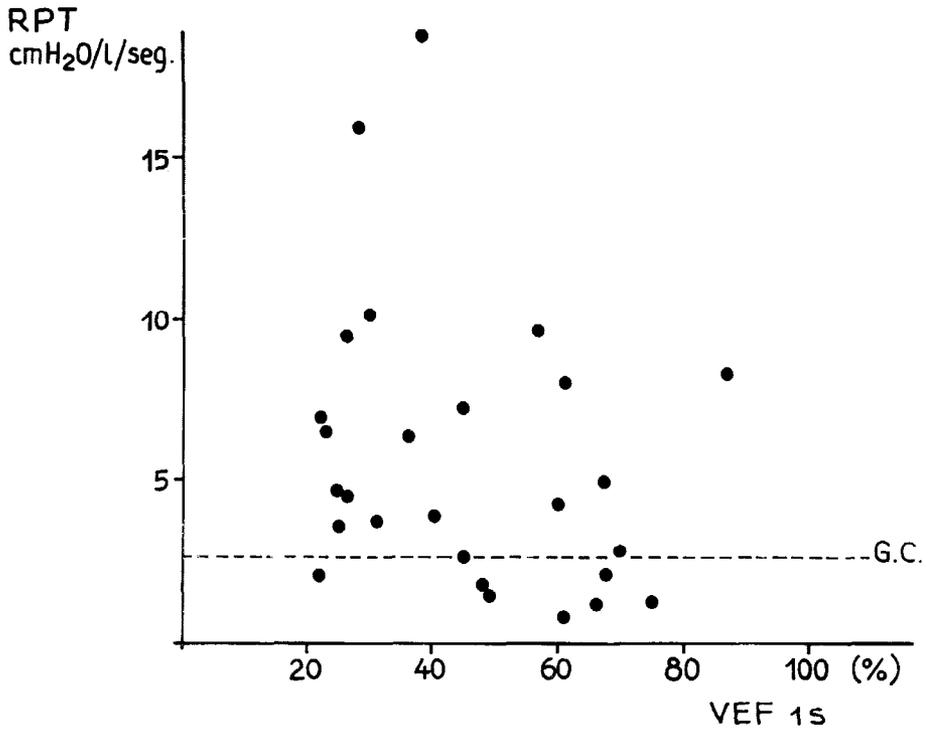


Figura 6 Volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF 1s.) (expresado en porcentaje del valor normal) y Resistencia Pulmonar Total (RPT). No se observó correlación estadísticamente significativa. G.C. = Valor promedio de la RPT del grupo control

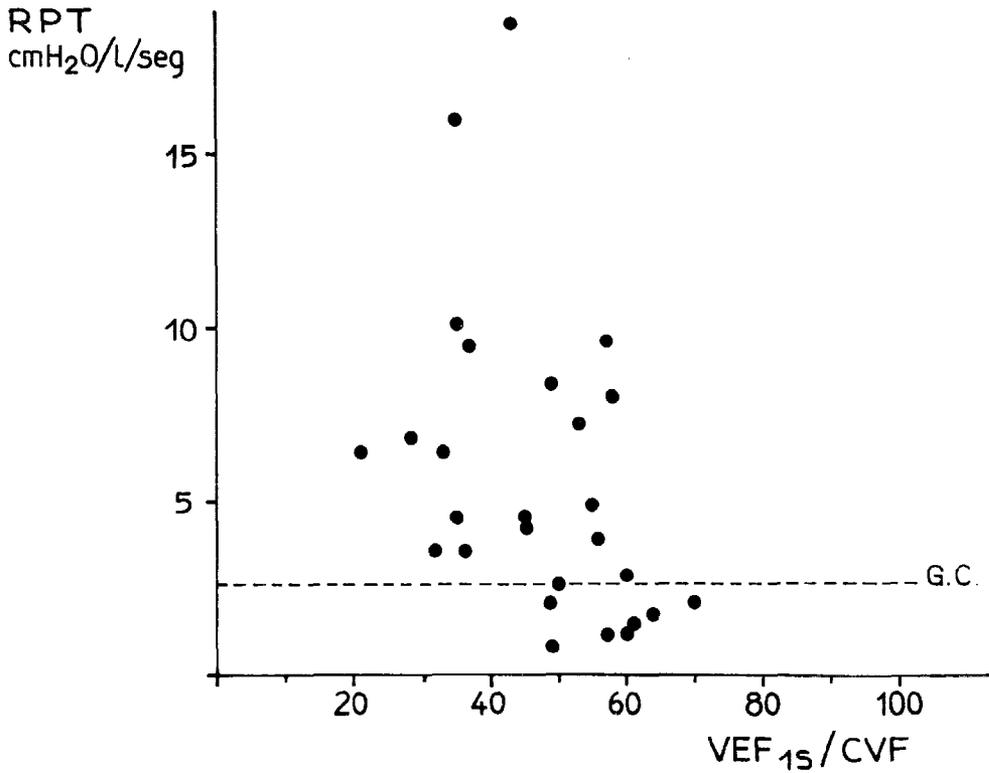


Figura 7 VEF1s/CVF (expresada en porcentaje) y resistencia pulmonar total (RPT). No se observó correlación estadísticamente significativa. G.C. = Valor promedio de la RPT del grupo control ( $\bar{x} = 2.64 \text{ cm H}_2\text{O/L/s}$ ;  $DE \pm 1.07$ )

relación. Esto podría deberse a que una prueba se realiza a respiración espontánea y la otra a respiración forzada.

La RPT expresa la suma de la resistencia de la vía aérea (Rva) y la resistencia tisular medidas a respiración tranquila. En los sujetos normales 80% de la RPT depende de la Rva. El valor promedio de la RPT fue significativamente mayor que el valor del grupo control nuestro y de Guillot (11).

No se encontró correlación de la RPT con los diferentes índices de la espirometría dinámica (figuras 5, 6 y 7). Otros autores utilizando la resistencia de la vía aérea medida por pletismografía, tampoco han encontrado correlación (23, 24). La diferencia estaría vinculada a la forma de evaluación de la mecánica ventilatoria. En la espiración forzada los flujos máximos dependen del volumen pulmonar, de la presión de retroceso elástico y de la presión pleural. En la zona esfuerzo independiente de la espiración forzada, la limitación al flujo es el resultado de la compresión de la vía aérea en la zona distal a los «puntos de igual presión», debido al incremento de la presión transmural (24, 25). En las maniobras realizadas a respiración tranquila, estos factores, especialmente el referido al «punto de igual presión», no juegan un papel tan importante, lo que explicaría la ausencia de correlación entre ambos métodos. En las figuras 5, 6 y 7 se observa una tendencia que muestra que a menores flujos espiratorias forzados, es mayor la RPT. También existen pacientes con flujos disminuidos y RPT normales. Estos pacientes serían aquellos en los que la compresión dinámica de la vía aérea por pérdida de la retracción elástica juega un papel preponderante. En los restantes pacientes la relación flujos forzados y RPT estaría dominada por el cambio en la geometría de la vía aérea por obstrucción y edema bronquial.

## Résumé

27 patients avec Maladie Pulmonaire Obstructive Chronique (EPOC) à diagnostic clinique, radiologique et spirométrique, furent étudiés. Pendant la respiration tranquille, on mesura: la complaisance pulmonaire statique (CE), la complaisance pulmonaire dynamique (CD) et la résistance pulmonaire totale (RPT). Les résultats furent comparés à ceux d'une population normale.

La CE du groupe des patients à EPOC fut de  $0,515 \pm 0,385$  L/cm H<sub>2</sub>O et celle du groupe contrôlé  $0,192 \pm 0,039$  L/cm H<sub>2</sub>O ( $p < 0,05$ ). La RTP des patients à EPOC fut de  $5,6 \pm 4,3$  cm H<sub>2</sub>O/L/s, bien plus élevé que celle du groupe contrôle:  $2,64 \pm 1,07$  cm/H<sub>2</sub>O/L ( $p < 0,05$ ). En ce qui concerne les valeurs de CD, il n'y eut pas de différence importante entre les deux groupes.

On ne trouva pas de corrélation entre la CE et la capacité vitale. Il n'y eut pas non plus de corrélation de la CD ou la RTP avec les paramètres spirométriques qui marquent la limite du flux respiratoire (CVF, VEF<sub>1s</sub>, VEF<sub>1s</sub>/CVF et FEF 25-75%).

On tire comme conclusion que la mécanique de ventilation pendant la respiration tranquille au EPOC, fournit de l'information sur la distension pulmonaire et l'état de la voie aérienne qui est complémentaire de celle obtenue avec la spirométrie forcée.

## Summary

A survey is carried out of 27 patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) with clinico-radiologic and spirometric diagnosis. During steady respiration a measurement was conducted of static pulmonary compliance (SPC), dynamic pulmonary compliance (DPC), and total pulmonary resistance (TPR). Results with those of a normal population were compared.

The SPC of the group of patients with COPD was  $0.515 \pm 0.385$  L/cm H<sub>2</sub>O and that of the control group  $0.192 \pm 0.039$  L/cm H<sub>2</sub>O ( $p < 0.05$ ).

The TPR of patients with COPD was  $5.6 \pm 4.3$  cm H<sub>2</sub>O L/s, significantly higher than that of the control group:  $2.64 \pm 1.07$  cm H<sub>2</sub>O/L/s ( $p < 0.05$ ). There was no significant difference in the DPC values between both groups.

No correlation was found between static compliance and vital compliance. Neither was there correlation between the DPC or the TPR with the spirometric parameters indicators of limitation of the spiratory flow (CVF, VEF<sub>1s</sub>/CVF and FEF 25-75%).

It is concluded that the study of the ventilatory mechanics during steady respiration in COPD contributes information on pulmonary distensibility and the state of the airway supplementary to that obtained by forced spirometry.

## Bibliografía

1. **American Thoracic Society.** Standards for the diagnosis and care of patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Asthma. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 225-8.
2. **Morris JF, Koski A, Johnson LC.** Spirometric standards for healthy nonsmoking adults. *Am Rev Respir Dis* 1971; 103: 57-67.
3. **Mead J, Whittenberg JL.** Physical properties of human lung measured during spontaneous respiration. *J Appl Physiol* 1953; 5: 779.
4. **Milic-Emili J, Mead J, Turner JM, Glauser EM.** Improved technique for estimating pleural pressure from esophageal balloons. *J Appl Physiol* 1964; 19: 207-11.
5. **Baydur A, Behrakis PK, Zim WA, Jaeger M, Milic-Emili J.** A simple method for assessing the validity of the esophageal balloon technique. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126: 778-91.
6. **Dawson A.** Elastic recoil and compliance. In: Clausen J. Pulmonary function testing guidelines and controversies. New York: Academic Press, 1982: 193-204.
7. **Polgar G.** Opposing forces to breathing in newborn infants. *Biol Neonate* 1967; 11:1-22.
8. **Teculescu DB, Stanescu DC, Raocoveanu C.** Static mechanical properties of the lung in «bronchitic» and «emphysematous» obstructive lung disease. *Bull Eur Physio-Pathol Respir* 1971; 7: 375-93.
9. **Von Neergard K, Wirz K.** Über eine Methode zur Messung der Lungen-elasticität am lebenden Menschen insbesondere beim Emphysem. *Z Klin Med* 1927; 105: 35-50.
10. **Desmeules M, Peslin R, Saraiva C, Uffholtz H, Sadoul P.** Propriétés statiques et dynamiques pulmonaires dans la bronchite chronique et l'emphyseme. *Bull Eur Physio-Pathol Respir* 1971; 7: 395-409.
11. **Guillot, Yves-Loup.** Comparaison de différentes techniques d'exploration fonctionnelle dans le diagnostic precoce du trouble ventilatoire obstructif. Lyon Université Claude-Bernard, 1980: 239.
12. **Permutt S, Martin HB.** Static pressure-volume characteristics of lungs in normal males. *J Appl Physiol* 1960; 15 (5): 819-25.

13. **Ehrner L.** Lung compliance and respiratory resistance. *Acta Med Scand* 1960; 167, (Supp. 353): 1–220.
14. **Finucane KE, Colebatch HJH.** Elastic behavior of the lung in patients with airways obstruction. *J Appl Physiol* 1969; 26: 330–8.
15. **Colebatch HJH, Ng CKY, Nikov N.** Use of an exponential function for elastic recoil. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 1979; 46 (2): 387–393.
16. **Dutu ST, Jienescu Z.** Evaluation clinique des differents indices d'elasticite pulmonaire. *Bull Eur Physio-Pathol Respir* 1971; 7: 603–14.
17. **Colebatch HJH, Greaves IA, Ng CKY.** Exponential analysis of elastic recoil and aging in healthy males and females. *J Appl Physiol Respirat Environ Exercicio Physiol* 1979; 47 (4): 683–91.
18. **Pare PD, Brooks LA, Bates J et al.** Exponential analysis of the lungs pressure–volume curve as predictor of pulmonary emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126:54–61.
19. **Saetta M, Shiner RJ, Angus GE, Kim WD, Wang NS, King M, Ghezzi M, Cosio M.** Destructive Index: a measurement of lung parenchymal destruction in smokers. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131: 764–9.
20. **Gillard C, Dierckx JP, Gossart R.** Compliance pulmonaire et frequence respiratoire chez le malade. *Bull Eur Physio-Pathol Respir* 1971; 7: 413–20.
21. **Ingram RH, O'Cain CF.** Frequency dependence of compliance in apparently healthy smokers versus non-smokers. *Bull Eur Physio-Pathol Respir* 1971; 7: 195–210.
22. **Bobbaers H, Demedts M, Desutter P, Van de Woestijne KP.** Frequency dependence of pulmonary compliance and resistance in patients with mild and severe chronic obstructive lung disease. *Bull Eur Physio-Pathol Respir* 1971; 7: 425–30.
23. **Stadeler HJ, Ferling R, Del Valle-Monge J.** Relationship between Rva and FEV1 before and after inhalation of isoproterenol in patients with chronic obstructive syndrome. *Bull Eur Physio-Pathol Respir* 1971; 7: 555–60.
24. **Omenjer H, Hilvering C, Tammeling GJ.** The relationship between airway resistance, FEV1 and viscous work of breathing in patients with chronic obstructive lung disease before and after bronchodilation. *Bull Eur Physiol-Pathol Respir* 1971; 7: 539–53.
25. **Macklem PF, Mead J.** Resistance of central and peripheral airways measured by retrograde catheter. *J Appl Physiol* 1967; 22:395–401.