

RESIDENCIA GENERAL

Servicio del Doctor M. Bordú

DEPARTAMENTO DE PRUEBAS FUNCIONALES RESPIRATORIAS

Trabajo respiratorio en el enfisema pulmonar

Doctores E. Ubeda Martínez, J. Fraile Blanco y J. M. García del Valle

El enfisema pulmonar no se distribuye de una manera uniforme en los distintos lóbulos pulmonares. La experiencia clínica y radiológica parece demostrar que los lóbulos inferiores son los principalmente afectados por el enfisema. No obstante, el enfisema puede ser difuso y afectar los distintos segmentos o lóbulos con un grado mayor o menor de distensión. Del mismo modo, la resistencia dinámica de la vía aérea es diferente en los distintos bronquios. Mientras la resistencia puede estar aumentada en algunos trayectos bronquiales, en otros puede ser menor, o llegar incluso a tener una resistencia completamente normal. El cierre o colapso bronquial puede verificarse a distinto nivel, ya sea bronquiolar o bronquial, de gruesos troncos incluso a nivel traqueal, dando lugar a un aumento de presión extrabronquial que puede aplastar o cerrar completamente la luz bronquial durante períodos de tiempo más o menos prolongados. Esta *presión de cierre* tiene una gran importancia en la mecánica respiratoria y explica perfectamente las interrupciones del flujo aéreo y los mecanismos valvulares.

Debido a las consideraciones explicadas anteriormente se comprende perfectamente que la elasticidad y compliance pulmonar sea distinta en los diferentes lóbulos o

segmentos pulmonares. Si la compliance no es uniforme en el parénquima pulmonar ocurrirá que mientras unos lóbulos o segmentos se encuentran en inspiración, otros estarán en espiración, dando lugar a movimientos de aire péndulo entre parcelas enfisematosas con diferente compliance. Este es el mecanismo o patogenia de los asincronismos del flujo aéreo, de los mecanismos de la válvula y de la obstrucción bronquial que encontramos con tanta frecuencia en el enfisema genuino u obstructivo. Por otra parte, estas alteraciones serán tanto o más intensas y variadas cuanto más intenso sea el grado de enfisema pulmonar.

Presentamos un estudio de trabajo respiratorio en 25 enfermos afectados de enfisema pulmonar obstructivo. Los criterios para el diagnóstico funcional han sido publicados anteriormente. Del mismo modo la clasificación en grados y su relación con los valores espirométricos y análisis de gases en sangre han sido publicados.

En la tabla I ponemos los casos más representativos de los diferentes grados de enfisema.

Estudiamos la compliance pulmonar estática y dinámica. La compliance estática la estudiamos a diferentes niveles de volumen pulmonar partiendo de la posición de capa-

ENFISEMA grados	compliance ml/cm		elast. cm/L	R _{Esp} cm/Ls	trabajo kgm/m				V̇M Lm	trabajo litro ventilado	diagrama Pd/V̇ (espira.)
	est	din			elast	insp	esp	total			
II	350	280	3,5	5,5	.3150	.2912	.3000	.6062	15	.04	obstruc.
III	333	234	3,2	6,4	.446	.3960	.3680	.8500	14	.06	obstruc.
IV	457	53	18,8	11,0	.3232	.4000	.4480	.7230	18,8	.05	obstruc. m. válvula asincron.
V	248	82	12,5	20,0	-	.2784	.4656	.7440	11	.06	obstruc. m. válvula asincron.
no obstruct.	-	700	1,4	5,5	1,35	.4160	.8760	1.768	22	.08	sin alterac.

Tabla I

cidad residual funcional. Por no disponer de una válvula selenoide para la interrupción del flujo aéreo las medidas de compliance estática pueden ser menores que los valores reales. La compliance dinámica se estudió a nivel de volumen corriente y a una frecuencia de 14-16 respiraciones por minuto.

La compliance estática aumenta a medida que el grado de enfisema es mayor. Si los valores normales son de 200 ml/cm. H₂O, los valores hallados oscilan entre 248-457 ml/cmH₂O. El aumento de la compliance estática estaría en relación con la destrucción de las redes elásticas pulmonares.

La *compliance dinámica* disminuye a medida que la intensidad del enfisema es mayor. Si se estudia a distintas frecuencias respiratorias se observa que la reducción es mayor con frecuencias respiratorias altas.

La *elasticidad* pulmonar se incrementa de una manera casi lineal en los distintos grados de enfisema, llegando a alcanzar cifras tan altas como 18,8 cm/L.

La *resistencia espiratoria* medida a nivel de volumen corriente aumenta a medida que el componente obstructivo bronquial es más marcado. Se llegan a alcanzar valores de 20 cm/1/seg., que suponen un gran aumento de trabajo respiratorio, y en la mayoría de los casos dan lugar a mecanismos de válvula.

El *trabajo elástico* es difícil de valorar adecuadamente con nuestros métodos,

dado que no disponemos de la representación gráfica de la elasticidad torácica.

El *trabajo inspiratorio* y *espiratorio* aumenta de un modo notable en el enfisema. Este aumento parece guardar relación con los distintos grados de enfisema.

El *trabajo total* (inspiratorio más elástico) y el *trabajo dinámico* (inspiratorio más espiratorio) aparecen claramente aumentados.

Si medimos los distintos niveles de ventilación en que se hicieron los bucles de trabajo respiratorio, podemos relacionar el trabajo/litro ventilado. Y ver que el trabajo por litro ventilado aumenta de una manera uniforme.

En la figura 1 podemos ver la configuración de los bucles de trabajo respiratorio cuando se efectúan a distintos niveles de resistencia espiratoria. Se ve claramente que el bucle se ensancha y al mismo tiempo se aplana. La planimetría de los bucles nos dará cada vez una mayor superficie y, por tanto, un mayor trabajo respiratorio. Obsérvese que el volumen (eje de las ordenadas) es cada vez menor, y que el aumento de las resistencias hace que el bucle se ensanche (incremento de resistencias).

Es interesante llegar a la conclusión de que los grados avanzados de enfisema van a darnos bucles de una configuración típica, aplastados y anchos.

Se podría objetar y parecería lógico que los bucles con mayor grado de enfisema tuvieran un área mayor. No obstante, se sabe actualmente que el trabajo respiratorio

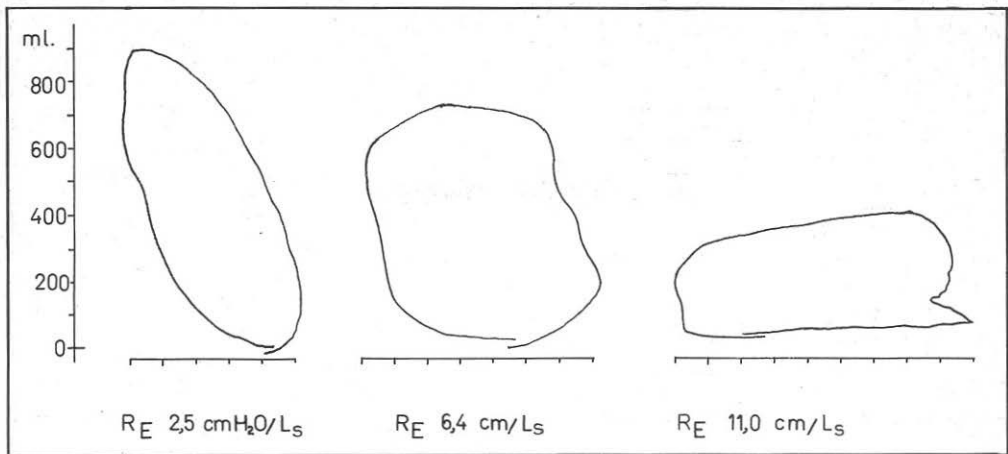
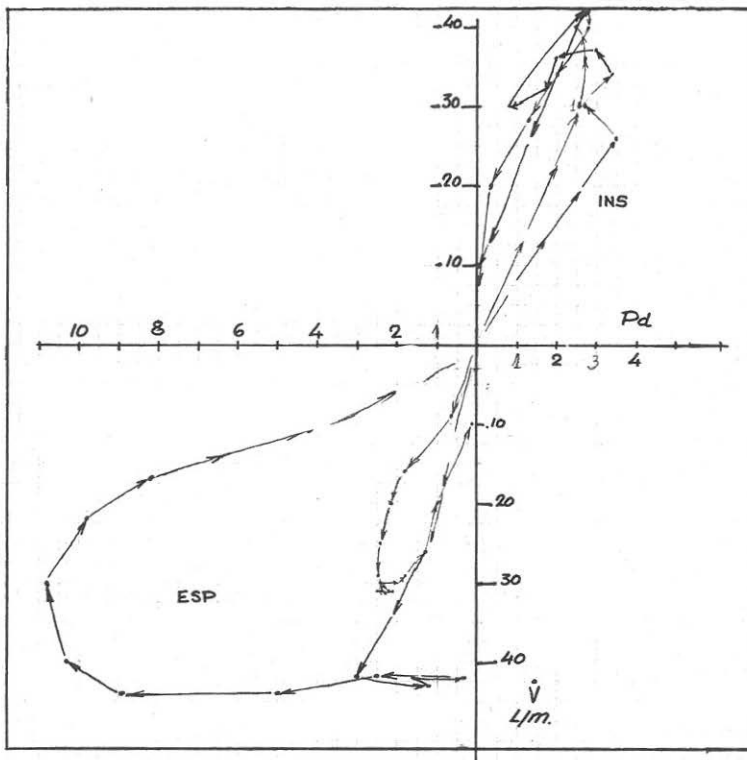


Figura 1

puede aumentar conforme la resistencia espiratoria progresa hasta un cierto límite, pasado el cual, a pesar de que la resistencia aumenta, el trabajo respiratorio disminuye.

En la figura 2 podemos ver un bucle de presión dinámica/flujo de un enfermo con enfisema de grado III. Se señalan dos bucles realizados a distinto nivel de ventilación. Durante la espiración puede verse

Figura 2



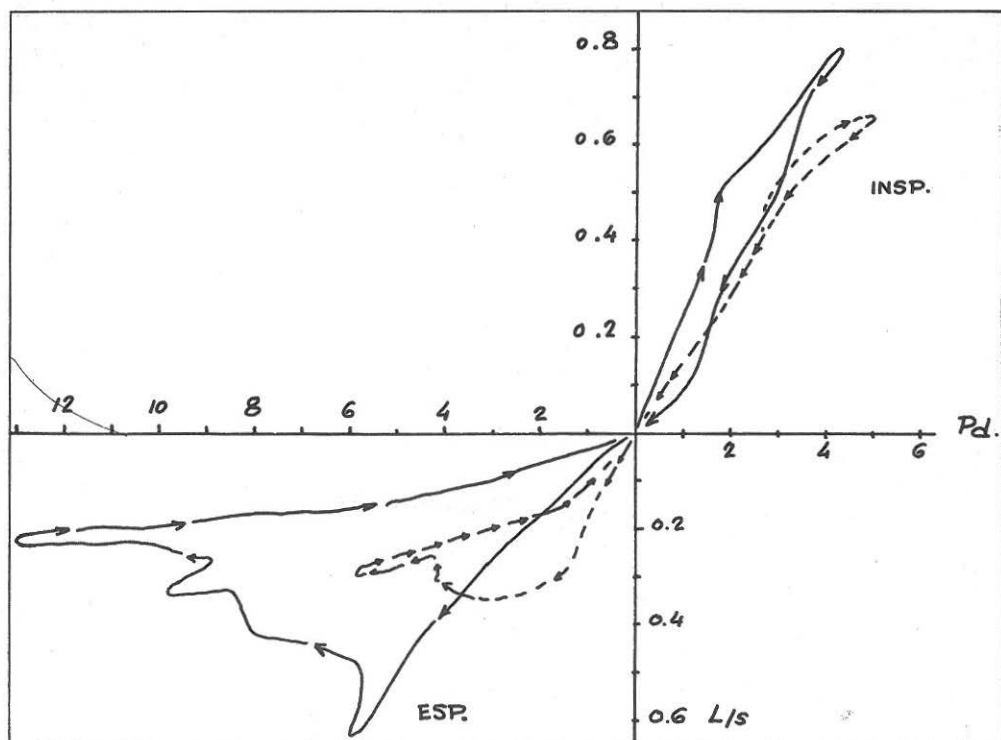


Figura 3

claramente el *mecanismo obstructivo*. La porción espiratoria del bucle se hace muy ancha y el incremento de presión no logra aumentar el flujo.

En la figura 3 correspondiente a un enfermo de enfisema de grado IV se evidencia la combinación del *mecanismo obstructivo*, del *asincronismo* y del *mecanismo en válvula*.

El *asincronismo* se pone de relieve por irregularidad del contorno espiratorio precisamente en aquella zona o porción del bucle donde el incremento de presión espiratoria es mayor.

El *mecanismo de válvula* se demuestra porque al aumentar la presión dinámica, el flujo disminuye, cae a niveles inferiores, vuelve a subir, desciende después, y así sucesivamente, hasta que la presión dinámica vuelve a cero.

El *asincronismo* del bucle sería la representación gráfica de los distintos niveles de compliance pulmonar, y de que zonas diferentes del parénquima pulmonar se encon-

traran en inspiración y espiración, al mismo tiempo dando lugar a aire péndulo.

En la figura 4, de un enfermo con enfisema de grado V, se asocian también el *mecanismo obstructivo*, el *mecanismo valvular* y el *asincronismo*.

Observarán en la tabla I que ponemos un caso de enfisema no obstructivo correspondiente a un enfermo con probable síndrome de Hamann-Rich. Nos parece muy interesante el estudio comparativo de este caso con los anteriores, dado que el bucle de presión dinámica/flujo es totalmente normal (figura 5) y no revela *mecanismo obstructivo*, *valvular* ni *asincronismos*. Como el estudio *espirográfico* revela un *patrón de enfisema* creemos que en este caso serviría para sentar la hipótesis del diagnóstico diferencial entre el enfisema obstructivo, panacinoso, y el centrolobulillar, no obstructivo.

Repetimos los casos de enfisema obstructivo tendrían bucles de presión/volumen o de presión dinámica/flujo con morfologías

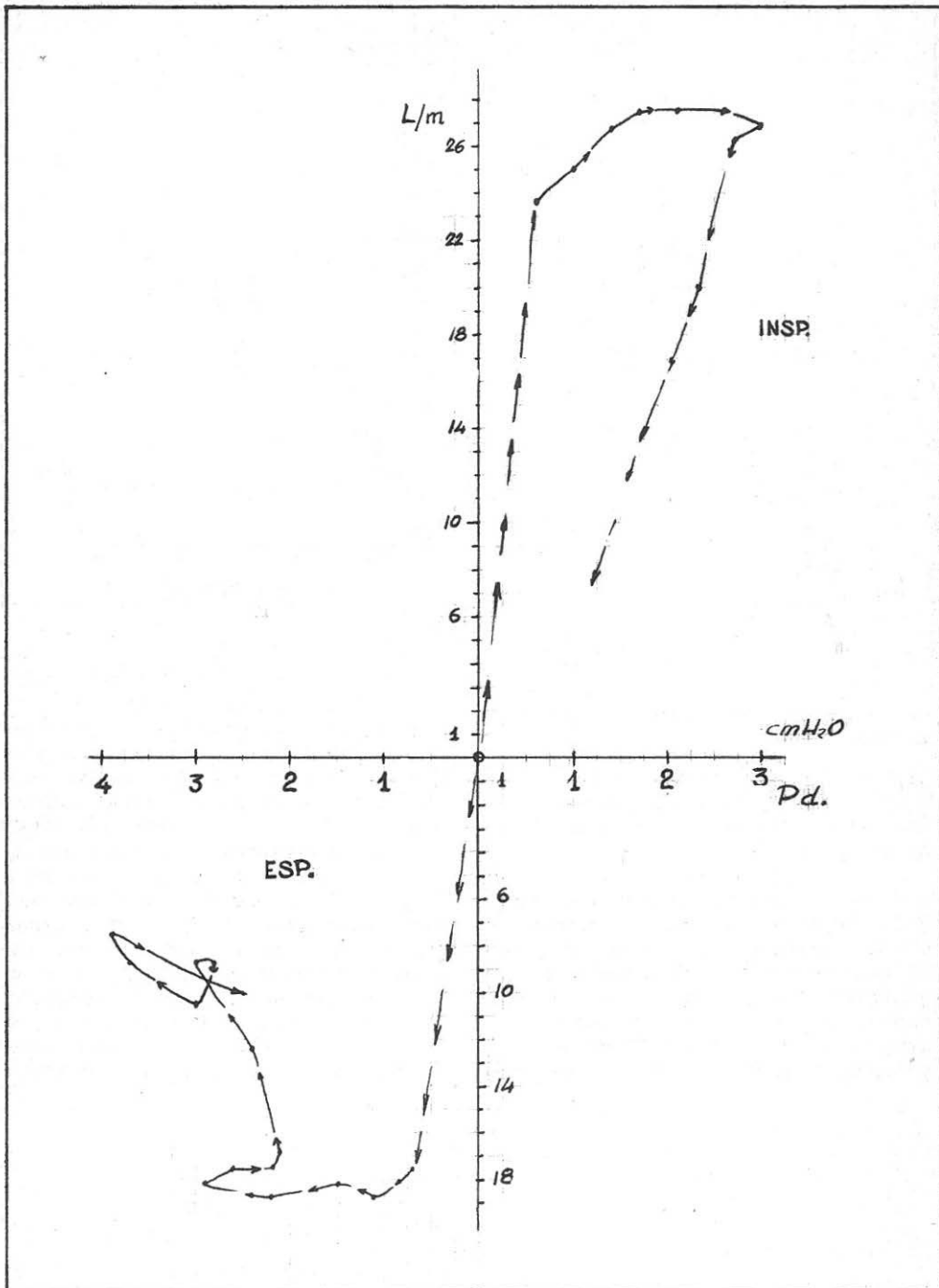


Figura 4

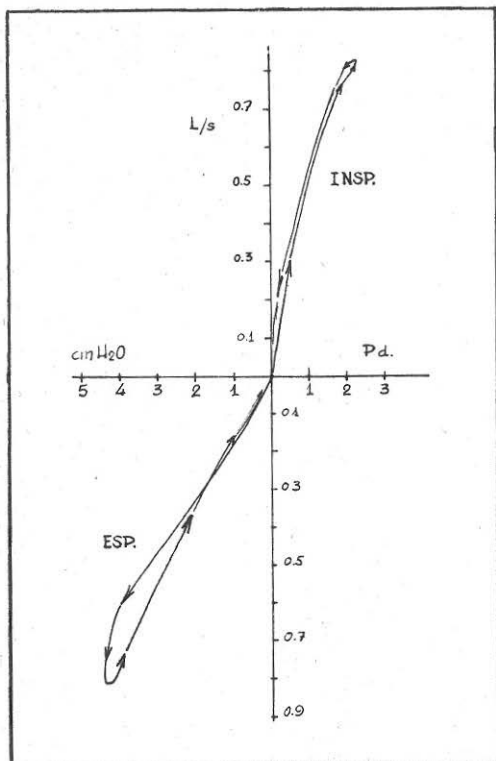


Figura 5

iguales o similares a las descritas en las figuras 1, 2, 3 y 4. La histopatología revelaría en estos enfermos lesiones de enfisema panacinoso.

Si el enfisema fuera centrolobulillar y secundario a un síndrome de Hamman-Rich, fibrosis idiopáticas, neumoconiosis, etcétera, la espirografía revelaría un patrón de enfisema o de fibrosis-enfisema, pero la morfología del bucle sería prácticamente normal. Únicamente podemos detectar que para conseguir un flujo determinado estos enfermos necesitan incrementar mucho su

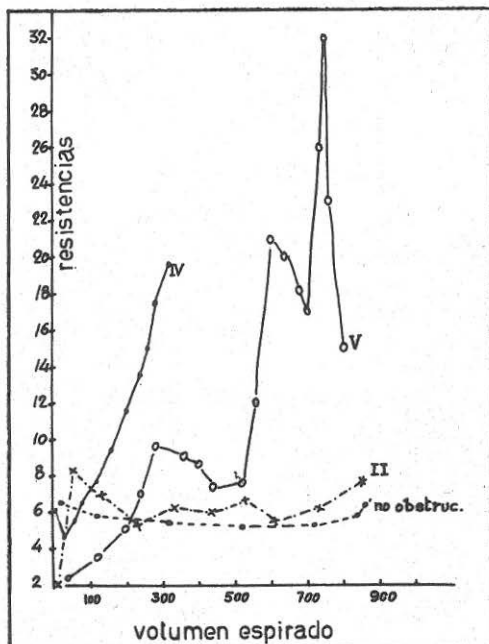


Figura 6

presión dinámica, y siempre en mayor grado que los sujetos normales.

En la figura 6 relacionamos las resistencias dinámicas con el volumen espirado en los distintos grados de enfisema. Podemos ver claramente que para expulsar 300 ml. de aire el sujeto con enfisema de grado IV alcanza una resistencia en la vía aérea de 20 cm/1/s. Y que en el sujeto con enfisema de grado V las resistencias aumentan mucho, para expulsar 620 c.c., descienden después (mecanismo valvular) y nuevamente ascienden las resistencias para conseguir expulsar una cantidad aditiva muy pequeña.

En comparación presentamos el sujeto con enfisema no obstructivo, que puede expulsar 900 ml. sin variar sus resistencias.