

Instituto Nacional de Silicosis.
Oviedo

VOLUMENES PULMONARES EN NEUMOCONIOSIS DE LOS TRABAJADORES DEL CARBÓN

L. Palenciano *, A. de Vega ** y P. Echanove **

Introducción

La Neumoconiosis de los trabajadores del carbón («Coal worker's Pneumoconiosis de los autores anglosajones) o Silicosis de los mineros, como también se le conoce en nuestro medio, es la enfermedad profesional con mayor prevalencia en nuestro país. El 31 de diciembre de 1976 había registrados 41.506 pensionistas por silicosis (en la gran mayoría, mineros de carbón) en el Fondo Compensador de Enfermedades Profesionales. Como contraste el número de pensionistas por la enfermedad profesional que le seguía en orden de frecuencia era solamente de 386.

Aunque la compensación por enfermedad profesional es un problema complejo que, en nuestra opinión, no debe estar determinado exclusivamente por la incapacidad funcional a que da lugar, no cabe duda que ésta debe de ser uno de los factores más importante a tener en cuenta. Por este motivo es importante valorar lo más exactamente posible, el tipo y magnitud de la alteración funcional que produce. En cada caso aislado esto no es fácil por dos motivos. El primero es la variabilidad de valores que muestran los sujetos normales en cualquiera de los distintos parámetros funcionales. Por este motivo es imposible predecir con precisión la función que un determinado

sujeto tendría de no padecer la enfermedad profesional. El segundo motivo es que la enfermedad profesional puede coexistir con enfermedad común que altere también la función. En estas circunstancias es imposible deslindar las contribuciones relativas de los dos procesos. La única forma por tanto de poder hacerse una idea del efecto de la enfermedad profesional, es comparando una muestra representativa de sujetos, que la padezcan con sujetos controles. En este trabajo presentamos un estudio de esta naturaleza, en el que hemos intentado valorar el efecto de la Neumoconiosis del carbón sobre los volúmenes estáticos pulmonares. En un trabajo previo ¹ ya hemos analizado el efecto sobre la capacidad de difusión pulmonar, y tenemos intención de publicar también en un futuro próximo, nuestros estudios sobre Función Ventilatoria, Gases en Sangre y Obstrucción de Pequeñas Vías Aéreas en este proceso.

La Neumoconiosis de los trabajadores del carbón se divide, desde el punto de vista radiológico, en *Simple*, cuando el diámetro de las opacidades es inferior a 1 cm. y *Complicada*, *fibrosis masiva progresiva* o *neumoconiosisseudotumoral*, cuando el diámetro de alguna opacidad es mayor de 1 cm. Dentro de estos dos tipos hay subdivisiones según el tamaño y profusión de los nódulos en la neumoconiosis simple y del tamaño de las opacidades en la *Complicada* ².

La neumoconiosis complicada, sobre

todo en los estadios más avanzados, produce alteraciones importantes de la estructura pulmonar y consiguientemente también de la función. Las alteraciones histológicas son mucho más ligeras en la neumoconiosis simple y por tanto la función también se afecta menos. Por esta razón cuando se estudia cualquier aspecto de la función pulmonar en neumoconiosis de los trabajadores del carbón, conviene considerar por separado la simple y la complicada. De no hacerlo así, los resultados dependerían de la proporción en que entrasen casos de uno y otro tipo.

Los volúmenes estáticos del pulmón están determinados por factores propiamente pulmonares y otros extrapulmonares, fundamentalmente torácicos. La capacidad pulmonar total se alcanza cuando la presión negativa pleural que se genera en una inspiración máxima, queda contrarrestada por una tracción elástica pulmonar de igual magnitud y de signo contrario ³. La capacidad pulmonar total estará disminuida, por tanto, cuando el sujeto no sea capaz de crear una presión negativa pleural adecuada (deformidad torácica, debilidad de la contracción muscular, etc.) o cuando la fuerza de retracción elástica pulmonar, esté aumentada (fibrosis, resecciones, neumonías, etc.).

El volumen residual está determinado en sujetos jóvenes por las propiedades músculo-elásticas del tórax, mientras que en sujetos de más edad

* Jefe del Servicio de Fisiología Respiratoria.

** Médico Adjunto.

Recibido el día 27 de noviembre de 1978.



está determinado por el cierre de bronquiolos⁴. Cuando el calibre de estas pequeñas vías aéreas, está disminuido (bronquitis crónica obstructiva, enfisema, asma) o está disminuida la tracción elástica ejercida sobre sus paredes (enfisema, edad avanzada) su cierre se produce prematuramente a volúmenes más altos de lo normal, lo que hace que el volume residual aumente.

Hay discrepancias en la literatura, en lo que se refiere a volúmenes pulmonares en neumoconiosis simple de los trabajadores del carbón. Así, mientras Brasseur⁵ encuentra que cuando no hay obstrucción de vías aéreas el volumen residual es normal y la capacidad pulmonar total está ligeramente disminuida, Morgan y cols.⁶ encuentran, en el mismo tipo de sujetos, que el volumen residual está aumentado y asimismo está aumentada la capacidad pulmonar total. Así pues, mientras que para Brasseur la neumoconiosis simple produce una ligera restricción pura, Para Morgan y col.⁶, produce hiperinflación pulmonar. En vista de estos resultados contradictorios, nosotros decidimos estudiar el problema de posibles alteraciones de los volúmenes pulmonares en neumoconiosis, de los trabajadores del carbón en nuestro propio material y con nuestros propios métodos.

Antes de seguir adelante, queremos hacer unas observaciones para justificar la forma en que hemos seleccionado nuestros sujetos de estudio. Los dos tipos más importantes de procesos pulmonares, que tienden a modificar de forma persistente los volúmenes pulmonares, son las obstrucciones crónicas de vías aéreas y las fibrosis pulmonares. Las obstrucciones producen elevación de volumen residual, por cierre prematuro de las pequeñas vías aéreas. Si también hay pérdida de elasticidad pulmonar, como en el enfisema, se produce además una elevación de la capacidad pulmonar total. Las fibrosis producen en cambio, las alteraciones contrarias: disminución de capacidad pulmonar total, y en casos suficientemente avanzados, descensos de volumen residual, por supuesto siempre que no exista simultáneamente obstrucción de vías aéreas.

Se comprende por tanto, que si se quiere analizar las posibles variaciones de los volúmenes pulmonares en neumoconiosis del carbón, es fundamental que en los sujetos de estudio entren la proporción de casos de obstrucción y fibrosis que se deban, estrictamente a la neumoconiosis y no a enfermedad común. Preguntarse, por tanto, sobre la posible alteración de los volúmenes

TABLA I

V.R. y C.V. en controles y mineros sin y con neumoconiosis simple sin obstrucción de vías aéreas (Tiffeneau normal) (Los valores de V.R. han sido estandarizados a 40 años y 1,65 m)

		Controles	No Neumoc.	Neumocon. S.
V.R. c.c.	\bar{x}	2.025	2.121	2.165
(Pletismografía)	s	474	569	696
C.V. hall $\times 100$	\bar{x}	100,1*	94,3**	93,2**
C.V. pred.	s	9,47	12,0	12,5
C.V. predicha	\bar{x}	4.680	4.513	4.390
c.c.	s	541	496	677
Déficit de C.V.		0	257	298
c.c.				
Edad	\bar{x}	33,2	42,9	44,1
Años	s	6,3	8,4	6,7
Talla	\bar{x}	166,8	165,3	164,0
cm	s	6,4	5,7	6,0
	n:	41	40	82

No hay diferencias significativas para VR entre ninguno de los grupos.
p < 0,01 entre * y **

TABLA II

C.V. en controles (30 años o más) y mineros sin y con neumoconiosis simple. Todos los casos con Tiffeneau normal

		Controles	No Neumoc.	Neumocon. S.
C.V. hall $\times 100$	\bar{x}	99,3*	93,8*	92,2*
C.V. pred.	s	9,4	10,1	10,6
Edad	\bar{x}	36,2	43,1	44,1
años	s	5,1	8,6	7,8
Talla	\bar{x}	166,7	165,6	164,5
cm	s	6,3	5,7	5,5
	n	52	102	122

p < 0,01 entre * y **

pulmonares en neumoconiosis del carbón, lleva implícita otra pregunta previa, que es: ¿Hay un exceso de obstrucción de vías aéreas y/o fibrosis en neumoconiosis del carbón? Para contestar a esta pregunta hay que considerar de nuevo por separado la neumoconiosis simple y la complicada.

Por lo que hace a la obstrucción en neumoconiosis simple, no parece haber un exceso de obstructivos respecto a sujetos no mineros de edades comparables⁷. En fibrosis masiva progresiva en cambio, el exceso de obstructivos es muy manifiesto⁷. Así pues, si se pretende estudiar en qué medida los volúmenes pulmonares en neumoconiosis simple difieren de lo normal, lo más conveniente es hacer un estudio comparativo, entre un grupo de sujetos con neumoconiosis simple sin obstrucción de vías aéreas elegidos al azar, y un grupo control de sujetos normales de edades y tallas comparables. En cuanto a la fibrosis pulmonares, éstas son poco frecuentes en la población general, y de observarse alteración funcional compatible con la misma, es razonable pensar que haya sido producida por la propia neumoconiosis.

En la fase de fibrosis masiva progresiva en cambio, sobre todo en los esta-

dios (B y C), está bien demostrado que hay una mayor incidencia de obstrucción de vías aéreas, debido fundamentalmente a enfisema, que en sujetos controles⁷. Como consecuencia hay también una elevación de volumen residual⁶, si bien se ha visto que esta elevación es menor que en obstructivos de severidad comparable pero sin fibrosis masiva progresiva⁶.

En los estadios B y C de la fibrosis masiva, hay además, descenso de la compliance estática y aumento de la fuerza de retracción pulmonar a capacidad pulmonar total^{8,9}. Nosotros hemos encontrado⁸ que en 20 de 25 casos de fibrosis masiva progresiva, la presión estática (P_{st}) a capacidad pulmonar total era superior a 40 cmH₂O, mientras que sólo rebasaba este valor en 4 sujetos de un grupo control de 25. De acuerdo con Pride³, esto no puede significar sino que las curvas de compliance y de máxima presión negativa pleural, se encuentran a un volumen más bajo de lo normal, y por tanto la capacidad pulmonar total ha de estar disminuida.

En fibrosis masiva progresiva, hay por tanto, una menor distensibilidad pulmonar por la fibrosis y por tanto, una tendencia a producir descensos de

capacidad pulmonar total. Por otro lado hay también, un exceso de enfisema que tiende a producir el efecto contrario: disminución de la tracción elástica y por consiguiente aumento de la capacidad pulmonar total. En cada caso concreto, por consiguiente, la importancia relativa de estos factores (fibrosis y enfisema) serán los que determinen que la capacidad pulmonar total, esté respectivamente disminuida o aumentada. En nuestra experiencia tiende a predominar el efecto de la fibrosis de tal forma que en casos con enfisema radiológico y con fibrosis masiva de categoría B o más, la curva de compliance suele ser casi siempre típica de fibrosis y no de enfisema.

Las alteraciones de volúmenes pulmonares achacables a la fibrosis masiva son, por tanto, aumento de volumen residual (debido al exceso de obstrucción de vías aéreas que hay en esta forma de neumoconiosis) y disminución de capacidad pulmonar total, por la menor distensibilidad pulmonar producida por la fibrosis. A volúmenes bajos, predominan por tanto, las manifestaciones de enfisema y a altos los de fibrosis. Estas alteraciones de volúmenes pulmonares en fibrosis masiva, están ya muy bien establecidas⁶ y no nos ha parecido de interés hacer un estudio detallado sobre este tema.

Si tiene interés, en cambio, el problema de los volúmenes pulmonares en neumoconiosis simple, puesto que es en esta forma en la que hay discrepancias importantes^{5,6}.

En nuestro estudio, hemos incluido también, un grupo de mineros sin neumoconiosis para ver si existe alteración funcional antes de que haya alteración radiológica.

Material y métodos

Los sujetos de estudio fueron, mineros y antiguos mineros con neumoconiosis simple y sin neumoconiosis radiológica. Los resultados obtenidos en ellos se compararon con los de un grupo de controles, que no habían realizado con anterioridad trabajos de minería, ni ninguna ocupación con riesgo pulvígeno.

Los mineros y antiguos mineros, fueron sacados al azar de entre los remitidos a este Instituto Nacional de Silicosis, por los Dispensarios de Enfermedades Profesionales, en su mayoría de Asturias y en menor número de León. Se excluyeron los obstructivos y los que tenían patología pleuropulmonar ajena a la Neumoconiosis (tuberculosis residual, engrosamientos pleurales, etc.).

Los sujetos controles, se sacaron de entre los candidatos a entrar en HUNOSA para trabajar en las minas.

La CRF se obtuvo por pletismografía corporal¹⁰ con un Bodytest.

La capacidad vital (C.V.) y el volumen de reserva espiratorio (V.R.E.) se obtuvieron mediante un espirómetro clásico de agua. Los valores obtenidos en él, se expresaron en condiciones B.T.P.S.

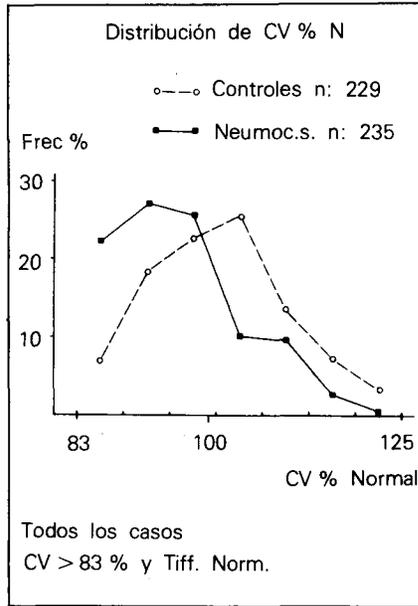


Fig. 1. Distribución de valores de capacidad vital en % del valor medio normal, según las tablas de la CECA, en mineros y ex-mineros con neumoconiosis simple y en sujetos que no habían trabajado en minas o en otros oficios pulvígenos. Se han incluido solamente, los sujetos con C.V. dentro de la normalidad y sin obstrucción de vías aéreas (Índice de Tiffeneau normal).

El volumen residual depende fundamentalmente de la edad y la talla del sujeto¹¹. En este sentido el grupo de controles y los de mineros con y sin silicosis, no eran homogéneos. Se hizo preciso por tanto, estandarizar los valores obtenidos a una cierta talla y edad. Nos parecieron las más adecuadas, las de 1,65 m. y 40 años respectivamente, por ser valores aproximadamente promedios de los 3 grupos. Los índices de estandarización empleados, se sacaron del trabajo de Amrein y cols.¹¹.

Cuando fue necesario también se estandarizaron los valores de C.V., pero esta vez expresados en porcentaje de los valores teóricos normales, según las tablas de la C.E.C.A.¹².

Resultados

Puede verse (tabla I) que los valores de volumen residual estandarizado a 1,65 m. y a 40 años, son más altos en neumoconiosis simple y en el grupo de mineros sin neumoconiosis radiológica que en los controles. Las diferencias, no obstante, son moderadas y no llegan a alcanzar nivel de significación estadística.

La capacidad vital, en cambio, es claramente más baja en neumoconiosis simple y en los casos sin neumoconiosis que en los controles y las diferencias sí son, esta vez, estadísticamente significativas.

Las medias de las capacidades vitales predichas pueden verse en la fila 3 de la tabla I. De estos últimos valores y de los valores de la fila 2 se dedujo que

el promedio de déficit de capacidad vital, era de 298 c.c. para neumoconiosis simple y 257 para los casos sin neumoconiosis. No había déficit, en cambio, en los controles, lo que indica que los valores normales de las tablas de la CECA son adecuadas para nuestros sujetos.

El volumen residual, por tanto, está ligeramente elevado en los mineros, tengan o no tengan neumoconiosis radiológica, en comparación con sujetos sin historia de exposición a polvo. Las diferencias no llegaron en nuestro estudio, sin embargo, a ser estadísticamente significativas.

La capacidad vital, en cambio, sí mostraba descensos estadísticamente significativos en los dos grupos de mineros respecto de los controles.

Puede verse en la fila 5 de la tabla I, que la edad media del grupo control era 33,2 años y la de los mineros sin y con neumoconiosis simple 42,9 y 44,1 años respectivamente. Los 2 últimos grupos, por tanto, eran bastante homogéneos en cuanto a la edad, mientras que los controles era de promedio alrededor de 10 años más jóvenes. Hemos visto que los valores de referencia empleados (tabla de la CECA) eran adecuados para el grupo control, pero puede quedar la duda de que si también son adecuadas para los grupos de edad de los mineros con y sin neumoconiosis. Para tratar de comprobar si nuestras conclusiones basadas en los datos de la tabla I eran correctas, hicimos un segundo estudio de capacidad vital en controles que tuviesen por encima de 30 años y además incrementamos los grupos sin y con neumoconiosis simple, respectivamente hasta 102 y 122 casos. La edad media de este nuevo grupo control fue de 36,2 años y las de los mineros tanto con neumoconiosis como sin neumoconiosis, siguieron siendo prácticamente las mismas (Tabla II). Puede verse que aunque la diferencia de edad entre los controles y los dos grupos de mineros es ahora menor, los valores de capacidad vital siguen siendo prácticamente los mismos que en la tabla I, y las diferencias entre las capacidades vitales de los mineros y de los controles, mantienen el mismo nivel de la significación estadística. A nosotros nos parece razonable aceptar que si las tablas de la CECA son adecuadas para 36 años, también lo sean para 42 y 44 años que son las edades medias de los mineros.

Todavía hicimos otro nuevo estudio con un planteamiento diferente para tratar de confirmar si, en efecto, la capacidad vital estaba disminuida en neumoconiosis simple. Esta vez no in-



cluimos mineros sin neumoconiosis. Nosotros razonamos que si la capacidad vital, está disminuida en neumoconiosis simple en relación a controles, al comparar las distribuciones de los valores de este parámetro hallados en ambos grupos, deberíamos encontrar un déficit de valores altos en el grupo de neumoconiosis simple y un desplazamiento global de la distribución hacia valores más bajos que los de los controles.

Este estudio se hizo empleando una microcomputadora de mesa Olivetti P652, empleando un programa para estudiar distribuciones desarrollado específicamente para ella (Estadística Olivetti, Tomo I pág. 1) y un lector de cinta perforada en la que previamente se habían grabado todos los valores. Estudiamos solamente sujetos de ambos grupos con valores normales de capacidad vital, es decir: los que estaban por encima de 83 % del valor medio normal, que es el límite inferior aceptado por las tablas de la CECA. Todos ellos tenían un índice de Tiffeneau normal. El resultado de este estudio puede verse en la figura 1. Se comprueba que, en efecto, la distribución de los valores de neumoconiosis simple, está desplazada en conjunto hacia la izquierda, observándose un déficit de los valores más altos. Puede verse también que los controles completan, como era de esperar, la campana de Gauss mientras que al grupo con neumoconiosis simple, todavía les falta un buen porcentaje de casos.

Discusión

Los datos anteriormente expuestos, demuestran que existe una elevación moderada de volumen residual en mineros con neumoconiosis simple y sin neumoconiosis radiológica, sin obstrucción de vías aéreas. Esta elevación es, no obstante, moderada y en nuestro estudio no llega a alcanzar niveles de significación estadística. Nuestros resultados están de acuerdo, por tanto,

con los de Brasseur⁵ pero no con los de Morgan⁶.

Sí hay en cambio una auténtica restricción, aunque moderada, en neumoconiosis simple, puesto que el déficit de capacidad vital es mayor que la elevación observada de V.R. Es interesante que la C.V. está ligera pero significativamente disminuida en mineros, aunque no tenga neumoconiosis radiológica.

En el caso de la neumoconiosis simple parece lógico el resultado de este estudio. Los nódulos pulmonares que son los que determinan el diagnóstico radiológico, están constituidos fundamentalmente por colágena y en alguna medida han de hacer el pulmón menos distensible.

Un tanto sorprendente resulta en cambio que también los mineros sin neumoconiosis radiológica, tengan descensos de la capacidad vital. Nosotros no tenemos una buena explicación para este hecho. Cabe la posibilidad que después de años de exposición al polvo, puedan acumularse cantidades apreciables de éste en el parénquima pulmonar sin formación de nódulos. En estas circunstancias, la radiografía de tórax no muestra neumoconiosis, pero la distensibilidad pulmonar podría estar disminuida y ésa ser la causa de la ligera restricción.

Podría también pensarse que los mineros, tanto con neumoconiosis como sin neumoconiosis radiológica, que llegan a nosotros generalmente, en demanda de compensación económica, no colaborarían adecuadamente al hacer la capacidad vital. Esta, que es una posibilidad real, no nos parece muy probable porque si se observa la tabla II, los valores medios de capacidad vital son más bajos en los dos grupos de mineros, que en los controles; pero la dispersión de valores es muy similar. Para justificar este hallazgo habría que admitir que todos los mineros, simulan descensos de capacidad vital de magnitud constante, lo que a nosotros nos parece muy poco razonable.

Por todo lo anteriormente dicho, creemos que está justificada la conclusión de que en neumoconiosis simple de los trabajadores de carbón y en mineros sin neumoconiosis radiológica, hay un descenso ligero pero significativo de la capacidad vital, respecto a sujetos que no han estado expuestos al polvo.

El cuadro funcional de este proceso, por lo que a volúmenes pulmonares se refiere, es el de una ligera restricción tal y como encontró también Brasseur⁵, pero no el de una hiperinflamación como opinan Morgan y cols.⁶.

Resumen

Se ha estudiado los volúmenes pulmonares estáticos en neumoconiosis de los mineros de carbón. En la neumoconiosis simple existe un ligero descenso, estadísticamente significativo, de la capacidad vital (C.V.) no achacable a aumento de V.R.

La forma de fibrosis masiva, da lugar a una restricción más severa que la neumoconiosis simple, pero se acompaña además de una mayor incidencia de obstrucción de vías aéreas, debido fundamentalmente a enfisema, por lo que produce también elevación de V.R.

Summary

PULMONARY VOLUMES IN PNEUMOCONIOSIS OF COAL MINERS.

The authors have studied the static pulmonary volumes in pneumoconiosis of coal miners. In simple pneumoconiosis there is a slight decrease, statistically significant, of the vital capacity which cannot be ascribed to an increase of RV.

The form of massive fibrosis gives place to a more severe restriction than that of simple pneumoconiosis, but is also accompanied with a greater incidence of obstruction of the airways, due basically to emphysema, which also produces an elevation of the RV.

dence of compliance in coal miners. *J. Clin. Invest.*, 51: 1203, 1972.

10. DUBOIS, A. B.; BOTELHO, S. Y.; BEDDELL, G. N.; MARSHALL, R. y COMROE, J. H. Jr.: A rapid plethysmographic method for measuring thoracic gas volume: A comparison with a nitrogen washout method for measuring functional residual capacity in normal subjects. *J. Clin. Invest.*, 35: 322, 1956.

11. AMREIN, R.; KELLER, R.; JOOS, H. y HERZOG, H.: Valeurs theoriques nouvelles de l'exploration de la fonction ventilatoire du poumon. *Bull. Physiopath. Resp.*, 6: 317, 1970.

12. C.E.C.A. Tables de reference pour les examens spirométriques. Luxemburgo, 1967.

BIBLIOGRAFIA

1. PALENCIANO, L., y DE VEGA, A.: Capacidad de difusión para el monóxido de carbono (D_LCO_{50}) en la neumoconiosis simple de los trabajadores de carbón. *Arch. Bronconeumol.*, 11: 85, 1975.
2. UICC/Cincinnati Classification of the radiographic appearances of Penumoconiosis. *Chest*, 58: 57, 1970.
3. PRIDE, N. B.: Pulmonary distensibility in age and disease. *Bull. Physiopath. resp.*, 10: 103, 1974.
4. LEITH, D. E. y MEAD, J.: Mechanisms determining residual volume of the lungs in normal subjects. *J. Appl. Physiol.*, 22: 221, 1967.

5. BRASSEUR, L.: L'exploration fonctionnelle pulmonaire dans la pneumoconiose des houilleurs. *Arch. Bronconeumol.*, 11: 85, 1975.

6. MORGAN, W. K.: Coal worker's pneumoconiosis. Capítulo 10 de Occupational Lung Diseases, Morgan, W. K. y Seaton, A. Editores. Saunders, Londres, 1975.

7. ULMER, W. T.; REICHEL, G. y WERNER, U.: Die chronisch obstruktive Bronchitis des Bergmanes. *Arch. Gewerbepath. Gewerbehyg.*, 25: 75, 1968.

8. Estudio personal de compliance, no publicado.

9. SEATON, A.; LAPP, N. L., y MORGAN, W. K. C.: Lung mechanics and frequency depen-