



Morfología de la vertiente espiratoria de la curva de flujo-volumen en sujetos sanos, fumadores y no fumadores

S.J. Carrizo y J.M. Marín

Sección de Neumología. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Para caracterizar las implicaciones de los cambios de la morfología de la curva flujo-volumen en su vertiente espiratoria sobre sujetos sanos, se han estudiado prospectivamente 150 personas: edad 32 ± 12 ; varones/mujeres 67/83; fumadores (F)/no fumadores (NF) 63/87. Ningún sujeto padecía enfermedad crónica incluyendo neumopatías. Tras historia y exploración clínica detalladas, incluyendo cuestionario epidemiológico de semiología respiratoria, se practicó espirometría con curva de flujo-volumen y se determinó en ésta la morfología de la vertiente espiratoria de la curva de flujo-volumen (MEFV) mediante el cálculo del ángulo beta. Los valores medios de función pulmonar fueron similares en ambos grupos (F y NF). Los NF no demuestran ningún parámetro anormal, mientras que 4 F asintomáticos (11 %) y 8 F (15 %) con algún síntoma respiratorio presentan algún parámetro fuera del rango de normalidad. El ángulo beta fue inferior a 180° (LIN) en 3 F asintomáticos (8,6 %) y en 41 F sintomáticos (79 %). La cantidad acumulada de consumo de tabaco se relacionó inversamente con el valor de beta. Se concluye que la determinación de la MEFV presenta un valor discriminativo mayor que cualquier parámetro aislado de función pulmonar para evaluar el efecto del tabaco sobre la mecánica del vaciado pulmonar.

Arch Bronconeumol 1993; 29: 391-396

Introducción

Como complemento a la espirometría forzada, la realización de la curva de flujo-volumen (curva F-V) nos aporta una valiosa información adicional respecto a las propiedades flujo-resistencia de las vías aéreas por medio de la relación entre flujo de aire y volumen pulmonar durante las maniobras de inspiración y espiración máximas^{1,2}.

Se han postulado múltiples usos del registro de la curva F-V. Están aceptados como útiles en: a) la evaluación del efecto y lugar de acción de las drogas

Shape of the maximal expiratory flow-volume curve in healthy subjects, smokers and non smokers

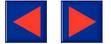
To determine the implications of changes in the maximal expiratory flow-volume (MEFV) curve in healthy subjects, 150 people were studied prospectively [32 ± 12 yr; 67 men, 83 women; 63 smokers (S), 87 non smokers (NS)]. None suffered chronic or lung disease. Following physical examination and taking of a patient history that included an epidemiological questionnaire on respiratory symptoms, spirometry was carried out and a flow-volume curve plotted to determine MEFV by calculation of β angles. Means of pulmonary function were similar in both S and NS groups. No abnormal parameters were found in NS, while 4 (11 %) asymptomatic S and 8 (15 %) S with some respiratory symptoms presented some parameters outside the normal range. The β angle was smaller than 180° (lower limit of normal) in 3 (8.6 %) asymptomatic S and in 41 (79 %) symptomatic S. Accumulated tobacco consumption was inversely correlated with the β angle. We conclude that MEFV discriminates more accurately than any other single pulmonary function parameter in assessing the effect of tobacco on the mechanics of lung emptying.

broncodilatadoras; b) identificación de la broncoconstricción inducida por la inhalación de alérgenos o agentes farmacológicos³, y c) detección de lesiones en la vía aérea superior⁴. En este caso se describen patrones morfológicos característicos según la obstrucción de la vía aérea sea intra o extratorácica y variable o fija en las dos fases del ciclo respiratorio. La curva F-V también se ha utilizado para la caracterización de obstrucciones por disfunción neuromuscular^{5,6}. En el síndrome de apnea obstructiva del sueño se ha descrito una morfología específica de la curva F-V que se definió como signo de la "sierra dentada"⁷, aunque posteriormente Hoffstein et al⁸ describieron que la sensibilidad y especificidad de este signo eran bajas.

Durante la espiración forzada, la morfología que adopta la vertiente espiratoria de la curva F-V

Correspondencia: Dr. S.J. Carrizo.
Sección de Neumología. Planta 9. Hospital Miguel Servet.
Isabel La Católica, 1-3. 50006 Zaragoza.

Recibido el 1-2-93; aceptado para su publicación el 31-3-93.



(MEFV) va a depender del patrón de vaciado de las diferentes unidades pulmonares. Cuanto más rápido (en menor tiempo) sea el vaciado pulmonar más vertical y cóncava será la forma de la curva; por el contrario, cuando el vaciado pulmonar se alarga por efecto de un aumento de la resistencia de la vía aérea local o por un incremento en la distensibilidad y pérdida subsiguiente de presión de retroceso elástico, más aplanada y convexa será la forma de la vertiente espiratoria de la curva hacia el eje de volumen. La reducción en todo caso del flujo aéreo se produce a nivel de las vías aéreas de pequeño calibre y muchas veces el grado de obstrucción no afecta al valor de los volúmenes espiratorios forzados recogidos en la espirometría.

Se ha sugerido que la forma de la vertiente espiratoria de la curva F-V (MEFV) puede depender de una variedad de características como son la edad, historia de tabaquismo y enfermedades pulmonares⁹. Es observación habitual en cualquier laboratorio de función pulmonar donde se registran MEFV que en muchas ocasiones puede apreciarse *de visu* una curva convexa hacia el eje de volumen que se acompaña de unos valores espirométricos dentro del rango de normalidad del sujeto estudiado. ¿Qué implicaciones tiene este hallazgo? ¿Cómo puede cuantificarse este cambio morfológico? Existen pocos trabajos clínicos tanto en sujetos normales como en pacientes con patología respiratoria que intenten cuantificar la forma de la curva MEFV mediante un parámetro medible. Recientemente se describió el ángulo beta para cuantificar la morfología de la curva MEFV¹⁰. Falta conocer cuál es la significación de este parámetro como método para identificar a sujetos presuntamente normales por los datos convencionales de la espirometría y que, sin embargo, presentan morfologías de la curva MEFV anormales.

En el presente trabajo se pretende dar respuesta a estas cuestiones, estudiando prospectivamente una larga serie de sujetos sanos fumadores o no fumadores y estableciendo la relación que existe entre la morfología de la MEFV y las características clínicas y antropométricas de una población joven en la que el efecto de la edad sobre la maduración o envejecimiento se disipe.

Material y métodos

Población

El estudio se realizó de forma transversal y protocolarizada entre trabajadores del hospital que voluntariamente quisieron participar. Se exigió que no padecieran enfermedades crónicas debilitantes, procesos respiratorios agudos o antecedentes de enfermedad cardiorrespiratoria. El grupo estuvo formado finalmente por 150 sujetos de edades entre 21 y 45 años. Específicamente se investigó la presencia o ausencia de patología respiratoria mediante cuestionario epidemiológico de la American Thoracic Society¹¹ previamente adaptado y completado con historia clínica y exploración física regladas. La población estudiada se dividió en sujetos no fumadores (NF) y fumadores (F). Se consideró como NF a las personas que no fueran fumadoras activas en el momento del estudio y que no hubiesen fumado en el pasado.

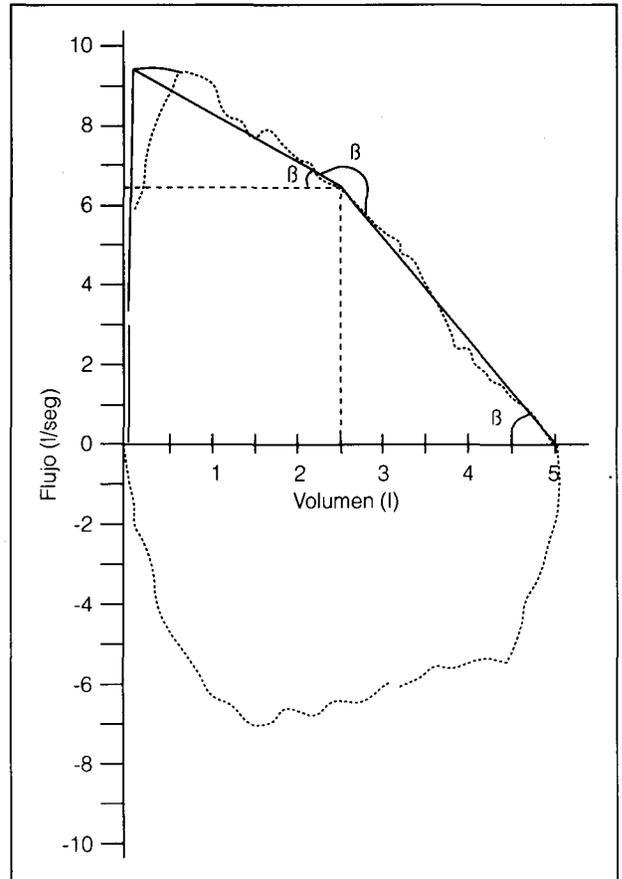


Fig. 1. Cuantificación de la MEFV mediante la determinación del ángulo beta.

El consumo acumulado de tabaco de los fumadores se realizó valorando el número de paquetes/año consumidos, según la siguiente fórmula:

$$\text{paq/año} = \text{n.º de paquetes fumados al día} \times \text{años de hábito}$$

Métodos

A todos los sujetos se les realizó espirometría y curva F-V, mediante un espirómetro seco de desplazamiento horizontal de 9 litros de capacidad, siguiendo las recomendaciones SEPAR¹². La señal recogida por el espirómetro se enviaba a un ordenador PC-AT, dotado de un sistema analógico digital. El ordenador está dotado de un paquete de software que permite la visualización en tiempo real en un monitor de alta resolución de la curva de volumen-tiempo de la espiración forzada y, simultáneamente, el registro de la curva F-V. El espirómetro mide los siguientes parámetros: capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁), índice FEV₁/FVC, flujo espiratorio pico (PEFR), flujo espiratorio forzado al 25, 50 y 75 % de la capacidad vital forzada (FEF₂₅, FEF₅₀, FEF₇₅, respectivamente) y el flujo espiratorio forzado entre el 25 y 75 % de la capacidad vital forzada (FEF₂₅₋₇₅). La MEFV se cuantificó manualmente mediante la determinación del ángulo beta¹⁰ en la mejor de 5 curvas reproducibles de F-V. Para ello se ampliaba cada curva F-V y se efectuaba la medición del ángulo beta mediante un transportador de ángulos (fig. 1).



La mejor curva se obtuvo de la que presentase mejor FVC y mejor FEV₁. Los valores de referencia de los parámetros estudiados en la espirometría y curva F-V fueron tomados a partir de las ecuaciones de regresión recomendadas por la Comunidad Económica del Carbón y del Acero¹³.

Para el análisis estadístico utilizamos medidas de tendencia central y medidas de dispersión. El test de la t de Student de dos vías fue aplicado para la comparación de dos medias, exigiéndose un nivel mínimo de significación de $p < 0,05$. Para comparar el comportamiento de una o más variables en más de dos grupos, se realizó un análisis de la variancia intragrupo exigiéndose un nivel de significación menor de 0,05.

Resultados

En la tabla I se expresan los datos antropométricos de los 150 sujetos sanos sin patología clínica respiratoria F y NF estudiados. La edad, talla y peso entre ambos grupos eran similares. Un 36 % de varones y un 47 % de las mujeres eran fumadores activos en el momento del estudio. Estas diferencias de porcentajes se mantuvieron en los distintos rangos de edad entre ambos sexos. Por definición entre los NF no se registraron síntomas respiratorios, mientras que un 60 % de fumadores relatan uno o más síntomas siendo la tos seca el más referido (28 %).

En la tabla II se expresan los valores obtenidos de la espirometría y curva F-V estudiados en los sujetos F y NF. Se puede apreciar que en ambos grupos los parámetros de las pruebas estaban dentro del rango de la normalidad y que no existen diferencias entre sí. Profundizando en las características funcionales del grupo de fumadores y considerando la presencia o no de síntomas, en la tabla III hemos dividido el grupo de fumadores en función de la presencia o ausencia de síntomas respiratorios. Se pone de manifiesto que existe una diferencia significativa a nivel de FEV₁/FVC, FEF₅₀ y FEF₂₅₋₇₅. Para identificar qué parámetros se asocian mejor con la presencia o ausencia de síntomas en los sujetos fumadores, en la tabla IV se expresa el número de casos con parámetros anormales de función pulmonar. Desglosando el número de fumadores con parámetros anormales vemos que los fumadores asintomáticos sólo muestran alguna alteración de la espirometría y de la curva en 4 casos. Entre los fumadores sintomáticos no existió tampoco ningún sujeto con patrón de déficit ventilatorio (obstructivo o restrictivo) y sólo en 8 casos (15 %) se demostró afectación de uno o más parámetros de la espirometría o MEFV indicativos de limitación al flujo aéreo a nivel de vías aéreas de pequeño calibre.

En la figura 2 aparecen los valores del ángulo beta expresados en forma de promedio de los sujetos estudiados. Las diferencias de los valores medios son altamente significativas entre el subgrupo de no fumadores (NF) y entre los fumadores con síntomas (FS) con un valor para la t de Student de 5,875 ($p < 0,0001$); y también entre los fumadores asintomáticos (FA) y los fumadores con síntomas (FS) ($p < 0,0001$). El límite inferior de normalidad (LIN) del ángulo beta en sujetos sanos no fumadores se determinó según los

TABLA I
Datos antropométricos y clínicos de los sujetos estudiados

| | Fumadores | No fumadores | Total |
|--------------------------------|----------------|----------------|-------|
| Número | 63 | 87 | 150 |
| Varones | 24 | 43 | 67 |
| Mujeres | 39 | 44 | 83 |
| Edad ($\bar{X} \pm DE$) | 31 \pm 13 | 33 \pm 11 | |
| Talla (m) ($\bar{X} \pm DE$) | 1,64 \pm 0,1 | 1,65 \pm 0,1 | |
| Peso (kg) ($\bar{X} \pm DE$) | 61 \pm 9 | 63 \pm 12 | |
| Tos (%) | 28 | 0 | |
| Sibilancias (%) | 13 | 0 | |
| Disnea esfuerzo (%) | 4 | 0 | |
| Expectoración (%) | 2 | 0 | |
| Asintomáticos (%) | 40 | 100 | |
| Algún síntoma (%) | 60 | 0 | |

TABLA II
Parámetros espirométricos y de la curva MEFV en los grupos estudiados*

| | No fumadores (n = 63) | Fumadores (n = 87) | p |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|----|
| FVC | 105 \pm 12 | 104 \pm 10 | NS |
| FEV ₁ | 110 \pm 12 | 107 \pm 11 | NS |
| FEV ₁ /FVC | 90 \pm 5 | 88 \pm 10 | NS |
| FEF ₂₅₋₇₅ | 109 \pm 21 | 103 \pm 29 | NS |
| PEF | 97 \pm 22 | 102 \pm 21 | NS |
| FEF ₇₅ | 98 \pm 26 | 102 \pm 30 | NS |
| FEF ₅₀ | 110 \pm 22 | 105 \pm 26 | NS |
| FEF ₂₅ | 118 \pm 20 | 105 \pm 25 | NS |

* Valores expresados en porcentaje del valor previsto. Media \pm DE. Las siglas aparecen definidas en el texto ("Material y métodos").

TABLA III
Parámetros espirométricos y de la curva MEFV en fumadores asintomáticos y sintomáticos*

| | Asintomáticos (n = 35) | Sintomáticos (n = 52) | p |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------|
| FVC | 107 \pm 13 | 102 \pm 9 | NS |
| FEV ₁ | 111 \pm 11 | 104,5 \pm 11 | NS |
| FEV ₁ /FVC | 90 \pm 4 | 86,5 \pm 4 | 0,001 |
| FEF ₂₅₋₇₅ | 114 \pm 23 | 95 \pm 30 | 0,002 |
| PEF | 97,6 \pm 18 | 105,5 \pm 22 | NS |
| FEF ₇₅ | 102 \pm 24 | 101,5 \pm 34 | NS |
| FEF ₅₀ | 115 \pm 24 | 98 \pm 26 | 0,007 |
| FEF ₂₅ | 116 \pm 28 | 98 \pm 29 | 0,01 |

* Valores expresados en porcentaje del valor previsto. Media \pm DE.

TABLA IV
Número de casos con parámetros espirométricos anormales en sujetos fumadores

| | Asintomáticos (n = 35) | Sintomáticos (n = 52) |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| FVC (< 80 % pred.) | 0 | 0 |
| FEV ₁ (< 80 % pred.) | 0 | 0 |
| FEV ₁ /FVC (< 75 % pred.) | 0 | 1 (2) |
| FEF ₂₅₋₇₅ (< 60 % pred.) | 0 | 5 (9) |
| PEF (< 80 % pred.) | 4 (11) | 7 (13) |
| FEF ₇₅ (< 60 % pred.) | 0 | 6 (11) |
| FEF ₅₀ (< 60 % pred.) | 0 | 2 (4) |
| FEF ₂₅ (< 60 % pred.) | 0 | 3 (5) |

Las cifras entre paréntesis expresan el porcentaje.

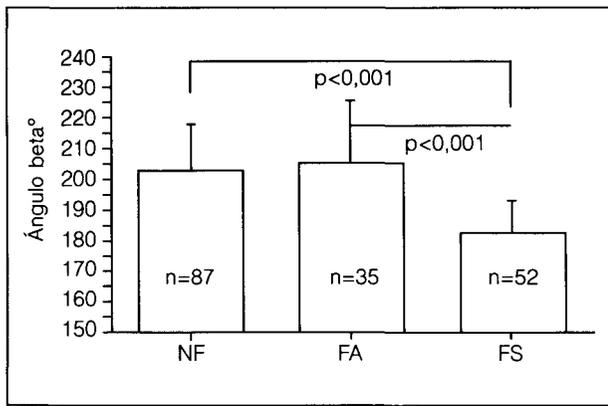
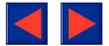


Fig. 2. Valores del ángulo beta en los grupos estudiados. NF: no fumadores. FA: fumadores asintomáticos. FS: fumadores sintomáticos.

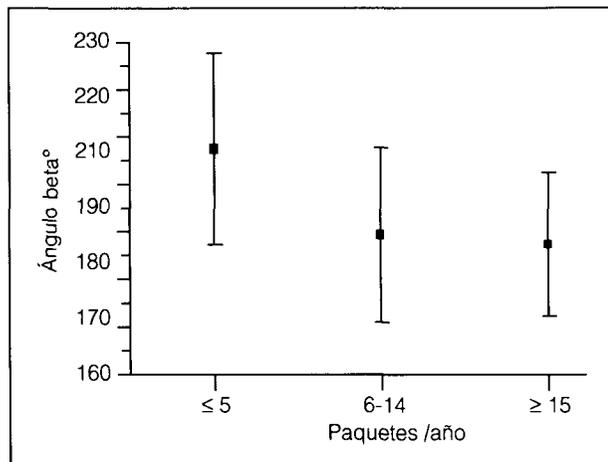


Fig. 3. Relación entre consumo de tabaco y ángulo beta en los sujetos fumadores. Expresada como media ± DE.

procedimientos habituales y se fijó en 180° ; esto significa que la morfología de su MEFV era cóncava hacia el eje del volumen. De la misma forma sólo 3 de los 35 fumadores asintomáticos (8,6 %) presentaron valores inferiores al LIN. Por el contrario, 41 de los 52 fumadores con síntomas respiratorios (79 %) tenían valores de beta inferiores al LIN, es decir, menores de 180° y por tanto sus curvas espiratorias F-V eran convexas hacia el eje de abscisas. Dado que el factor tabaco parecía ser la variable determinante del valor de beta en nuestra población, separamos a los fumadores en tres grupos según el consumo de tabaco (fig. 3). Se obtuvo el promedio del ángulo beta de estos tres subgrupos, observando que los que fuman 5 o menos paquetes/año tienen un ángulo beta de 207 ± 20 , los que lo hacen en una cantidad de 6 a 14 paquetes/año tienen un ángulo beta de 189 ± 18 y los que consumen 15 o más paquetes/año su valor promedio de beta es de 187 ± 15 . Las diferencias entre estos tres subgrupos a nivel del valor del ángulo beta se estudian realizando un análisis de la variancia intra-grupo que demostró un valor de 9,86 para el test de F, significativo al 95 % ($p < 0,0001$) y al comparar un

grupo con otro obtuvimos significación estadística entre los que fumaban 5 o menos paquetes/año y los de 6-14 paquetes/año con un valor de 7,79 para el test de F ($p < 0,0001$), así como al comparar los que consumen 5 o menos paquetes/año y los que lo hacen en una cantidad igual o superior a 15 paquetes/año con un valor de 6,91 en el test de F ($p < 0,0001$). Es evidente que cuando el consumo de tabaco es mayor a 5 paquetes/año va disminuyendo el ángulo beta y por tanto la morfología de la curva MEFV tiende hacia la convexidad respecto al eje de volumen (fig. 3). La mayoría de sujetos sintomáticos pertenecían a los subgrupos que consumían más de 5 paquetes/año.

Para conocer si el ángulo beta depende de parámetros antropométricos se construyeron líneas de regresión basadas en la teoría del cuadrado mínimo que define la línea de mayor relación entre variable independiente y valor del parámetro a estudiar. Encontramos que en el grupo de no fumadores beta se comporta como un valor independiente de la edad, talla y peso con valores de r siempre menores de 0,1. Respecto al sexo encontramos mínimas diferencias siendo el ángulo beta algo superior en varones que en mujeres.

Discusión

Los sujetos incluidos en el estudio constituyen un grupo homogéneo con datos antropométricos similares sin diferencias estadísticamente significativas.

Los sujetos sanos fumadores de esta serie presentan un hábito tabáquico moderado, debido a que estos sujetos son jóvenes y, por lo tanto, no tienen una dilatada historia de consumo de tabaco. La procedencia y características de la serie tienen adicionalmente la importancia de ser muy homogéneas respecto a la edad, datos antropométricos y profesiones, de forma que las alteraciones clínicas y/o funcionales que se detectan pensamos que no están sesgadas o influenciadas por otros factores de exposición ambiental.

La relación entre los síntomas respiratorios y el hábito tabáquico está fuera de dudas y la relación cuantitativa tabaco/semiología respiratoria está bien establecida¹⁴. Los síntomas que más frecuentemente aparecen en los sujetos fumadores relatados en su informe (tos, expectoración) coinciden con la idea habitual de que el tabaco induce el desarrollo de EPOC cuyas manifestaciones fundamentales son precisamente tos y expectoración crónica. Sin embargo, los síntomas más frecuentes en nuestros fumadores sintomáticos han sido: tos en un 28 % de los casos y sibilancias en un 13 %, mientras que la expectoración sólo fue relatada en un 2 % de los fumadores sintomáticos. Interpretamos estas diferencias como secundarias a dos hechos: a) la historia de tabaquismo más reducida en nuestro grupo con una media de 6 años, respecto a la reflejada en el Public Health Service Report con una media de 20 años¹⁴, y b) la composición de las muestras seleccionadas, de forma que el grupo de sujetos sanos fumadores tienen una media de edad de 33 años frente a 51 años de media de edad en los sujetos del trabajo referido.



Es probable que el efecto del tabaco en nuestro grupo se centre preferentemente en las vías aéreas de pequeño calibre donde se induzca una bronquiolitis no productiva y manifestada por tos seca y sibilancias, cuadro que puede representar una forma previa o inicial de EPOC en muchos casos. No podemos descartar no obstante que alguno de estos fumadores posea hiperreactividad bronquial significativa y que su semiología sea secundaria a asma bronquial.

Si profundizamos en las características de la función pulmonar del grupo de fumadores en función de la presencia o ausencia de sintomatología, encontramos diferencias entre ambas a nivel del FEV₁ y sobre todo a nivel de FEV₁/FVC, FEF₅₀, FEF₂₅, y FEF₂₅₋₇₅, hecho este ya constatado por otros autores¹⁵⁻¹⁷. En los fumadores asintomáticos solamente encontramos alteración de los parámetros de la espirometría y curva de flujo-volumen en 4 casos. En los fumadores que refieren síntomas, el número de casos con parámetros alterados fue mucho mayor (24 de 52), sin que ningún parámetro aisladamente se comportara claramente como más fuertemente deteriorado, y diferenciase fumadores con o sin síntomas; este punto siempre se ha considerado como un hándicap para la detección precoz de la afectación broncopulmonar inducida por tabaco.

La información subjetiva de los síntomas respiratorios ha sido complementada por evidencias objetivas de disfunción pulmonar¹⁸. Es una aceptación universal que la medición del FEV₁ es el mejor parámetro para la determinación de la función pulmonar en estudios epidemiológicos, y aunque es un parámetro de medida simple de la capacidad ventilatoria, no es tan sencilla su medición como comúnmente se supone. La calidad de los espirogramas forzados es fundamental para obtener confianza en el FEV₁, y ha llevado a estimular la atención en el correcto funcionamiento del equipo y técnica de medida y a la búsqueda de tests más sensibles y menos dependientes de esfuerzo para detectar de forma temprana la presencia de enfermedad de las vías aéreas^{19, 20}. Estudios epidemiológicos han demostrado que existe una disminución del flujo aéreo espiratorio en los sujetos fumadores respecto a los no fumadores, y dentro de los fumadores en los que fuman gran cantidad de cigarrillos comparados con los que lo hacen en menor cantidad demostrándose caídas del FEV₁ en F respecto a NF con arreglo al número de paquetes/año consumidos^{18, 21-23}. Dadas las limitaciones del FEV₁ para detectar deterioro precoz de la función pulmonar, parece evidente que debería disponerse de nuevos parámetros, menos dependientes de la voluntariedad de la maniobra. Además el FEV₁ refleja el estado de los flujos aéreos generados durante los dos tercios iniciales de la maniobra de espiración forzada. Conocido es que durante estas fases las resistencias al flujo aéreo se sitúan preferentemente en las vías aéreas de mediano y grueso calibre intratorácicas y en las vías aéreas altas. Dado que se conoce que durante las etapas iniciales de la enfermedad broncopulmonar producida por el tabaco se desarrollan limitaciones al

flujo aéreo a nivel de las vías aéreas de pequeño calibre (probablemente por sumación de pérdida de retracción elástica y reducción del calibre de la vía aérea), y que sólo en las porciones finales de la espiración forzada los flujos aéreos son limitados, en su caso, por afectación de esta vía, parece evidente que se necesiten parámetros que contemplen la situación de estos flujos aéreos. Se ha propuesto durante mucho tiempo al FEF₂₅₋₇₅, al FEF₅₀ y al FEF₂₅ como parámetros que reflejan el estado de los flujos aéreos a nivel periférico "de las vías aéreas menores de 2 mm"²⁴. Sin embargo, estos parámetros tienen una gran variabilidad inter e intraindividual y poca especificidad²⁵, de forma que se mantiene la búsqueda de parámetros más eficientes.

La cuantificación de la morfología de la MEFV establecida mediante la determinación del parámetro ángulo beta en nuestro estudio, demostró que en el grupo de no fumadores todos los sujetos presentaban un ángulo beta mayor de 180° y que entre los fumadores, sólo en 3 casos de sujetos sin síntomas el ángulo beta era menor de 180°. Es decir, parece invertirse el comportamiento de la morfología de la curva MEFV en el sentido de cambiar de ser cóncava en NF y en FA a convexa en la mayoría de fumadores con síntomas.

El ángulo beta se comporta como un valor independiente de la edad. Kapp¹⁰ en su trabajo estudiando sujetos desde 7 hasta 65 años demostró que beta se comportó como un valor dependiente de la edad, disminuyendo su valor conforme aumenta la edad y, por tanto, demostrando que la curva MEFV se hace más convexa hacia el eje de las "x" conforme aumenta la edad de los sujetos; sin embargo, en el grupo de edades comprendidas entre 15 y 44 años que corresponde con la mayoría de nuestros sujetos, beta también se mostró como un valor independiente de la edad. Este hecho fue comparable a nuestro grupo control. El resto de parámetros de la espirometría y curva F-V son dependientes de la edad. Otros autores han demostrado que se producen cambios en los parámetros de la curva F-V con la edad, observándose una reducción de los flujos espiratorios máximos, y también en la morfología de la curva F-V detectando un incremento de su convexidad hacia el eje de las "x" o eje de volumen^{26, 27}. En definitiva, la edad es un determinante del valor del ángulo beta si se considera un amplio margen de años (7-70) pero no lo es en el rango de edad de adultos jóvenes. Este aspecto diferencia el comportamiento de este valor respecto al resto de los parámetros medidos en la espirometría y en la curva F-V.

Los sujetos fumadores de nuestro estudio presentaban un valor promedio de ángulo beta inferior a los no fumadores, siendo discriminativo el valor de beta entre estos dos grupos. Existen numerosos estudios realizados en jóvenes fumadores con vistas a detectar anomalías precoces en la función pulmonar. Se han demostrado algunas diferencias a nivel de la curva MEFV entre F y NF sanos²⁸⁻³⁰. Sin embargo, estas diferencias son poco notables hasta que el FEV₁ no se



reduce sustancialmente con la historia prolongada de tabaquismo. En este sentido, entre fumadores jóvenes y no fumadores de la misma edad, no suelen existir diferencias a nivel del FEV₁ o de otros valores espirométricos; sólo en los adultos-ancianos se pueden apreciar diferencias entre fumadores y no fumadores basadas en el FEV₁^{18, 21, 23, 31}.

En nuestro estudio el ángulo beta se mostró como un valor especialmente diferenciador entre los sujetos fumadores y no fumadores con una diferencia de valores medios muy significativa, discriminando entre fumadores asintomáticos y fumadores con síntomas. Parece evidente por tanto que la morfología de la curva MEFV informa mejor que un parámetro aislado sobre la posible implicación del tabaco en la función pulmonar.

BIBLIOGRAFÍA

- Hyatt RE, Black LF. The flow-volume curve: A current perspective. *Am Rev Res Dis* 1973; 107:191-199.
- Macklem PT, Becklake MR. The relationship between the mechanical and diffusing properties of the lung in health and disease. *Am Rev Resp Dis* 1963; 87:47.
- Olive JT Jr, Hyatt RE. Maximal expiratory flow and total respiratory resistance during induced bronchoconstriction in asthmatic subjects. *Am Rev Resp Dis* 1972; 106:366.
- Miller RD, Hyatt RE. Obstructing lesions of the larynx and trachea: Clinical and physiologic characteristics. *Mayo Clin Proc* 1969; 44:145.
- Vincken WG, Elleker MG, Cosio MG. Flow-volume loop changes reflecting respiratory muscle weakness in chronic neuromuscular disorders. *Am J Med* 1987; 83:673-680.
- Vincken WG, Ghezzi H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: Normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1987; 23:435-439.
- Sanders MH, Martin RJ, Pennock BE, Rogers RM. The detection of sleep apnea in the awake patients. The "saw-Tooth" sign. *JAMA* 1981; 245:2.414-2.418.
- Hoffstein V, Wright S, Zamel N. Flow-volume curves in snoring patients with and without obstructive sleep apnea. *Am Rev Resp Dis* 1989; 139:957-960.
- Lapp NL, Hyatt RE. Some factors affecting the relationship of maximal expiratory flow to lung volume in health and disease. *Dis Chest* 1967; 51:475-481.
- Kapp MC, Schachter EN, Beck GJ, Maunder LR, Witek TJ. The shape of the maximum expiratory flow volume curve. *Chest* 1988; 94:799-806.
- Ferris BG. Epidemiology standarization proyect. *Am Rev Resp Dis* 1978; 118:1-120.
- Sanchis Aldás J. Normativa para la espirometría forzada. Recomendaciones S.E.P.A.R.-I. Barcelona, Ed. Doyma, 1985.
- Tammeling H. Standarized lung function testing. Report Working Party. European Community for Coal and Steel. *Bull Europ Physiopath Resp* 1983; 19 (supl. 5):7-95.
- The Health Consequences of Smoking: Chronic Obstructive Lung Disease. A report of the surgeon general. Publication 84-50205 U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service, 1984.
- McCarthy DS, Craig DB, Cherniack RM. Effect of modification of the smoking habit on lung function. *Am Rev Resp Dis* 1976; 114:103-113.
- Hogg JC, Macklem PT, Thurlbeck WM. Site and nature of airway obstruction in chronic obstructive lung disease. *N Engl J Med* 1970; 282:1.355-1.360.
- Hogg JC, Williams J, Richardson B. Age as a factor in the distribution of lower airway conductance and the patologic anatomy of obstructive lung disease. *N Engl J Med* 1970; 282:1.283-1.287.
- Beck GJ, Doyle GA, Schachter EN. Smoking and lung function. *Am Rev Resp Dis* 1981; 123:149-155.
- American college of chest physicians, American thoracic society: Pulmonary terms and symbols: A report of the ACCP-ATS Joint committee on pulmonary nomenclature. *Chest* 1975; 67: 583-593.
- Ferris BG. Epidemiology standarization proyect. *Am Rev Resp Dis* 1978; 118:1-120.
- Ferris BG, Higgins ITT, Higgins MW. Chronic nonspecific respiratory disease in Berlin. New Hampshire. 1961 to 1967. A follow-up study. *Am Rev Resp Dis* 1973; 107:110-122.
- Comstock GW, Brownlow WJ, Stone RW. Cigarette smoking and changes in respiratory findings. *Arch Environ Health* 1970; 21:50-57.
- Higgins MW, Kjelsberg M. Characteristics of smokers and nonsmokers in Tecumseh, Michigan. The distribution of selected physical measurements and physiologic variables and the prevalence of certain diseases in smokers and nonsmokers. *Am J Epidemiol* 1967; 86:60-77.
- Malo JL, Leblanc P. Functional abnormalities in young asymptomatic smokers with special reference to flow volume curves breathing various gases. *Am Rev Resp Dis* 1975; 111:623-629.
- Cochrane GM, Prieto F, Clark TJH. Intrasubject variability of maximal expiratory flow volume curve. *Thorax* 1977; 32: 171-176.
- Green M, Mead J, Hoppin F, Wohl ME. Analysis of the forced expiratory manoeuvre. *Chest* 1973; 63:33-36.
- Knudson RJ, Clark DF, Kennedy TC, Knudson D. Effect of aging alone on mechanical properties of the normal adult human lung. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 1977; 43:1.062-1.064.
- Seely JE, Zuskin E, Bouhuys A. Cigarette smoking: Objective evidence for lung damage in teen-agers. *Science* 1971; 172: 741-743.
- Peters JM, Ferris BG. Smoking pulmonary function, and respiratory symptoms in college-age group. *Am Rev Resp Dis* 1967; 95:774.
- Lapp NL, Hyatt RE. Evaluation of lung mechanics in epidemiologic studies. *Bull Physiopathol Resp* 1970; 6:595.
- Burrows B, Knudson RJ, Cline MG, Lebowitz MD. Quantitative relationships between cigarette smoking and ventilatory function. *Am Rev Resp Dis* 1977; 115:195-205.