

# La interpretación de la espirometría: ¿dónde nos encontramos?

A. Díez Herranz\* y M. Tobal González\*\*

\*Neumólogo. \*\*Enfermera. Centro Médico Paracelso. Valladolid.

La interpretación de la espirometría, y en general de todas las pruebas funcionales respiratorias (PFR), supone la comparación de los valores obtenidos por una persona con los que teóricamente le corresponderían a un individuo sano de sus mismas características antropométricas<sup>1-4</sup>. Este valor teórico o de referencia (VR) se estima a partir de unas ecuaciones de predicción (EP), y es el promedio del valor correspondiente a una muestra suficientemente amplia de individuos de esas características antropométricas<sup>1</sup>.

Esta interpretación depende de diversos factores, no habiéndose conseguido aún la estandarización<sup>5,6</sup>, a pesar de haberse llegado a un alto grado de consenso en los aspectos técnicos de realización de la prueba<sup>7-13</sup>, de modo que puede haber importantes discrepancias en la interpretación<sup>2,6</sup>.

Entre las causas de variabilidad en la interpretación se han señalado:

**Variabilidad de las PFR**, que es claramente mayor que para otros parámetros biológicos<sup>7</sup> y se compone de dos factores<sup>9,14,15</sup>: *a*) variabilidad debida a enfermedad, que es la que realmente tiene interés en clínica y la que constituye la señal; su presencia y las variaciones en su actividad pueden ser una causa importante de variación<sup>9</sup>. Además, la presencia de enfermedad constituye una fuente adicional de variabilidad de los parámetros funcionales respiratorios<sup>16</sup>, y *b*) variabilidad no debida a enfermedad, que constituye el ruido, y que puede suponer una parte importante de la variabilidad total. En ella se pueden distinguir dos componentes: error de medida y variación biológica. El error de medida, que puede ser *aleatorio* (afecta a la validez interna de un estudio, es decir, reduce la probabilidad de detectar diferencias entre grupos en estudio) o *sistemático* (afecta a la validez externa, es decir, reduce la comparabilidad de los resultados del estudio con los de otros laboratorios de

función pulmonar). Depende de factores relacionados con:

*El instrumento de medida*, tanto referido a variaciones entre diversas medidas con el mismo instrumento como a variaciones entre diversos instrumentos. En este sentido, se puede saber de antemano la variabilidad debida al instrumento, ya que aparece perfectamente definida en los diferentes consensos sobre aspectos técnicos de la espirometría: para FEV<sub>1</sub> y FVC,  $\pm 2\%$ <sup>10</sup> o  $\pm 3\%$ <sup>9,11</sup> o 50 ml<sup>9,11</sup>, y para MMEF  $\pm 5\%$ <sup>11</sup>.

*El procedimiento de medida*. Los factores que se deben considerar en este apartado son el número de maniobras, los criterios para elegir el mejor intento, o para considerar una prueba como no válida<sup>17</sup>, etc.

*Observador*. Administración de tests (broncodilatador o provocación bronquial), evaluación de los resultados (técnica de lectura de los gráficos, procedimientos de computación, manejo o transferencia de los datos).

*Paciente*. Comprensión de la maniobra, colaboración, ansiedad, distracción, neuroticismo, disnea, dolor torácico. Los pacientes con antecedentes de asma, atopia, tos e hiperreactividad bronquial tienen mayor proporción de espirometrías no válidas<sup>18</sup>.

*Interrelaciones entre el observador y el paciente, y entre el observador y el instrumento*.

Se intenta minimizar el error de medida con las normativas de consenso antes señaladas, que aportan recomendaciones que se refieren tanto a las especificaciones técnicas de los aparatos y técnicas de calibración como a la realización del procedimiento y al entrenamiento de los técnicos y evaluación de los resultados. Sin embargo, aún no existe consenso generalizado, y se han propuesto modificaciones a los criterios de calidad del procedimiento<sup>19,20</sup>.

*Variación biológica*. Sólo se puede detectar si excede de la variación debida al error de medida. Tiene tres componentes:

Correspondencia: Dr. A. Díez Herranz.  
Puente Colgante, 28, 1.º D.  
47007 Valladolid.

Recibido: 9-1-96; aceptado para su publicación: 7-5-96.

Arch Bronconeumol 1996; 32: 475-482



**Intraindividual.** Incluye el error de tallaje, posición corporal y posición de la cabeza, dependencia del esfuerzo de los flujos espiratorios máximos, variaciones circadianas y estacionales, factores endocrinológicos, relación con las comidas, ejercicio físico, exposición reciente a irritantes respiratorios, etc. No se debe descartar el efecto de la prueba sobre el individuo (particularmente en el caso de broncoconstricción inducida por la espirometría<sup>9</sup>).

**Interindividual.** Incluye todas las causas de variación intraindividual, junto con características personales y ambientales. Factores personales: datos antropométricos (edad, talla, peso y constitución física), sexo y raza (que en sí mismos parecen ser determinantes de la función pulmonar independiente de otras características antropométricas<sup>21</sup>), actividad física y entrenamiento, desarrollo muscular, otras características genéticas y estado de salud previo y actual. Factores ambientales: tabaquismo activo y pasivo, ocupación, hábitat de residencia, factores geográficos (altitud, etc.), contaminación ambiental y nivel socioeconómico.

**Interpoblacional.** Además de todas las causas de variación intra e interindividual, se deben tener en cuenta los criterios de inclusión o exclusión en un determinado estudio (que pueden estar directamente relacionados con el estado de salud).

La proporción de variación atribuible a cada causa ha sido estimada por Becklake<sup>14</sup>, de modo que las características antropométricas del individuo serían responsables de hasta un 70% de la variabilidad (30% sexo, 20% altura, 10% raza, 8% edad y 2% peso), el error de medida del 3%, y el resto de la variación (27%) continuaría sin explicar; en este apartado se deberían incluir las otras posibles fuentes de variación antes comentadas.

La magnitud de esta variación para los diferentes parámetros espirométricos aparece reflejada en los datos presentados en la tabla I<sup>22-26</sup>.

### Diferentes ecuaciones de predicción y valores de referencia

En contra de lo que cabría esperar, no existe en absoluto uniformidad en cuanto a las diferentes EP utilizadas habitualmente y los VR de ellas derivados, de modo que estos valores pueden diferir ampliamente según la ecuación utilizada y, por ello, en contra de lo señalado por algunos autores<sup>14,27,28</sup>, la interpretación de la espirometría puede variar de manera significativa<sup>7,11,22,29,30</sup>, como se demuestra gráficamente en las figuras 1-4. Las diferencias entre estas EP se reflejan no sólo en los parámetros elegidos como variables explicativas, sino también en el peso relativo de cada una de estas variables y el modelo estadístico utilizado (lineal o no lineal)<sup>1</sup>.

Además de las causas de estas diferencias que ya han sido reseñadas en otro lugar<sup>31</sup> (diferentes criterios de selección de las poblaciones de referencia, diferentes rangos de edad, diferencias estructurales no relacionadas

TABLA I  
Coeficientes de variación de los parámetros funcionales respiratorios en sujetos normales<sup>22-26</sup>

	Interindividual (%)	Intraindividual, días diferentes (%)	Intraindividual, mismo día (%)
FVC	11,1-14,5	6,4	3-4
FEV <sub>1</sub>	11-13,7	1,97-7	0-4,1
FEV <sub>1</sub> /FVC	5,5-9,2		2,4
FEF <sub>25-75</sub>	23,2-26	13	6,5-8
PEF	20,7-23,8		4,1-9,2

con características antropométricas medibles, hábito tabáquico, raza, origen étnico, región geográfica, exposición ambiental, nivel de entrenamiento, nivel socioeconómico, variabilidad inherente a la prueba o a la técnica, diferencias metodológicas [análisis estadístico, cuestionándose si el modelo de regresión lineal es el más adecuado para estimar la distribución de los parámetros funcionales respiratorios, y si las variables explicativas escogidas son realmente las indicadas<sup>32</sup>], diferencias en la distribución de las variables explicativas en la población, etc.), y siempre teniendo en cuenta que la mayor parte de la variación sigue sin explicarse, se deben apuntar otros aspectos que pueden ser importantes: a) no siempre se dispone de VR de la propia área geográfica, de modo que, en contra de lo recomendado<sup>1,33</sup>, se deben utilizar otros que correspondan a poblaciones que probablemente no sean homogéneas respecto a nuestra población en estudio (y que permiten obtener resultados diferentes<sup>30</sup>); b) hay muy pocas EP para personas mayores de 70 años, a pesar de que una proporción importante de los pacientes de servicios de neumología es de edad avanzada (en nuestro estudio ya citado, con una peculiar composición etaria en función del origen de los pacientes [de modo que hay un 17% de individuos menores de 25 años], el 18% de los pacientes tiene más de 70 años<sup>31</sup>). En efecto, las EP recomendadas por la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR)<sup>10</sup> y por la Comunidad Europea del Carbón y del Acero<sup>9</sup> tienen un límite superior de 70 años (las recientemente desarrolladas en Valencia por Cordero et al<sup>34</sup> permiten estimar la función pulmonar de personas de hasta 88 años, aunque realmente cabría cuestionarse si son válidas en un rango de edad tan amplio), y aunque se ha señalado que la función pulmonar es lineal a edades superiores a las de los pacientes incluidos en el cálculo de las EP<sup>15</sup>, lo que permitiría utilizar éstas en personas mayores de ese límite de edad, en general no es conveniente hacerlo porque se pueden introducir sesgos en la interpretación<sup>1</sup>, y c) los coeficientes de correlación encontrados en algunos casos, aun difiriendo significativamente de 0, tienen valores bajos, inferiores incluso a 0,5<sup>10,34</sup>, de modo que las estimaciones que con ellos se obtienen pueden estar sujetas a un amplio margen de error (un coeficiente de correlación de 0,5 implica que esa ecuación explica tan sólo un 25% de la variación total).

Debemos considerar además que, aunque los VR sí son aceptados en general<sup>5</sup>, algunos autores utilizan los suyos<sup>2</sup>, e incluso hay autores que no los utilizan<sup>35</sup>.

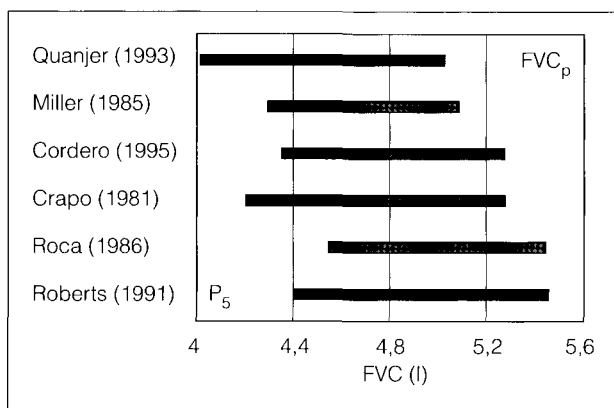


Fig. 1. Valor predicho (FVC<sub>p</sub>) y percentil 5 (P<sub>5</sub>) para FVC, para un varón de 30 años de 176 cm de altura, según las ecuaciones de predicción presentadas en las referencias 7, 9, 34, 40, 48 y 56. Si un paciente de estas características antropométricas tiene una FVC de 4,35 l, ésta sería considerada como normal de acuerdo con las ecuaciones de Quanjer, Miller y Crapo, y anormalmente baja de acuerdo con las de Roca, Cordero y Roberts.

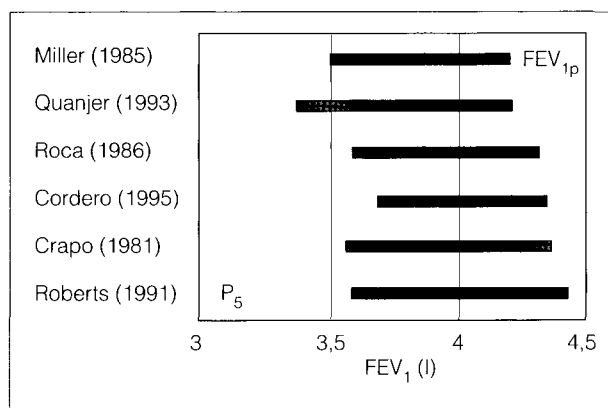


Fig. 2. Valor predicho (FEV1<sub>p</sub>) y percentil 5 (P<sub>5</sub>) para FEV1, para un varón de 30 años de 176 cm de altura, según las ecuaciones de predicción presentadas en las referencias 7, 9, 34, 40, 48 y 56. Si un paciente de estas características antropométricas tiene un FEV1 de 3,55 l, éste sería considerado como normal de acuerdo con las ecuaciones de Quanjer y Miller, y anormalmente bajo de acuerdo con las de Crapo, Roca, Cordero y Roberts.

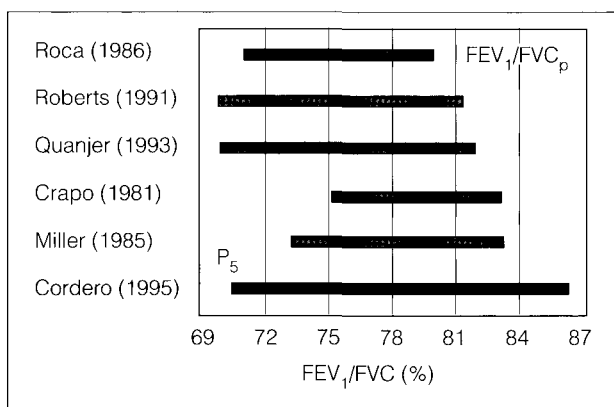


Fig. 3. Valor predicho (FEV1/FVC<sub>p</sub>) y percentil 5 (P<sub>5</sub>) para el cociente FEV1/FVC, para un varón de 30 años de 176 cm de altura, según las ecuaciones de predicción presentadas en las referencias 7, 9, 34, 40, 48 y 56. Si un paciente de estas características antropométricas tiene una FVC de 4,35 l y un FEV1 de 3,55 l (FEV1/FVC de 82,56%), éste sería considerado como normal de acuerdo con todas las ecuaciones de predicción.

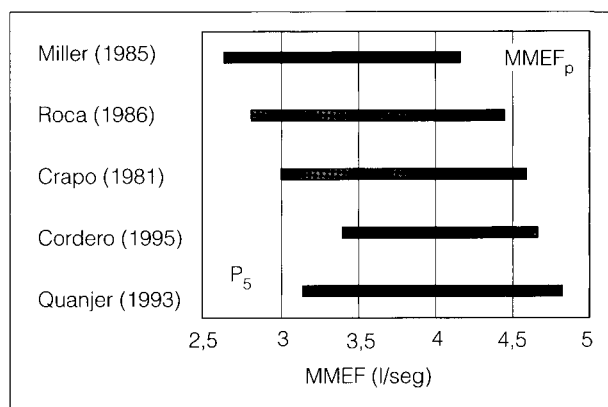


Fig. 4. Valor predicho (MMEF<sub>p</sub>) y percentil 5 (P<sub>5</sub>) para MMEF, para un varón de 30 años de 176 cm de altura, según las ecuaciones de predicción presentadas en las referencias 7, 9, 22, 37 y 45. Si un paciente de estas características antropométricas tiene unos MMEF de 3,1 l/seg, éstos serán considerados como normales de acuerdo con las ecuaciones de Roca, Miller y Crapo, y anormales de acuerdo con las de Quanjer y Cordero.

Por todo ello, se ha considerado muy acertadamente que existe una imperiosa necesidad de realizar estudios con el objetivo de determinar los rangos normales en individuos sanos y EP de aplicación general<sup>22</sup>. Debe llamarse la atención de la SEPAR y de las sociedades regionales, a fin de desarrollar estas EP.

### Método de expresión y comparación de los resultados

Los dos métodos utilizados para expresar y comparar los resultados de las PFR son el del porcentaje del valor predicho (PP) y el de los residuos estandarizados (RE).

#### Método del porcentaje del valor predicho

Aunque habitualmente se considera que el único correcto de los dos es el de los RE<sup>1,4,5,7,9,29,36-39</sup>, el método

de PP sigue utilizándose ampliamente, tanto en la clínica diaria (dado que no sólo es un método sencillo de calcular, sino que además es fácil de entender, y prácticamente todos los neumólogos estamos familiarizados con su uso<sup>7,40</sup>), donde está revalidado por el uso continuado<sup>37,41</sup>, como en trabajos de investigación, incluso en algunos publicados en los últimos años en revistas de prestigio<sup>41-44</sup>, siendo también el método propuesto por la SEPAR<sup>10</sup> y otros autores<sup>3</sup>.

Junto a estas características de sencillez y familiaridad, se ha considerado que el método de PP es más exacto a la hora de clasificar a los pacientes que el de RE<sup>45</sup>, y tiene mayor rigor y justificación estadística<sup>46</sup>. Sin embargo, los defectos que se le atribuyen son múltiples: a) la amplitud de los límites de la normalidad es directamente proporcional al valor de referencia del parámetro considerado, de modo que a valores altos los límites son anchos, y estrechos a valores bajos; dado que



TABLA II  
Valor del residuo estandarizado que corresponde al 80% del valor de referencia, para diferentes valores de edad y talla

Edad (años)	Talla (cm)	Varones			Mujeres		
		FVC <sub>p</sub> (l)	80% FVC <sub>p</sub> (l)	RE <sub>80%</sub>	FVC <sub>p</sub> (l)	80% FVC <sub>p</sub> (l)	RE <sub>80%</sub>
30	180	5,248	4,198	-1,721	4,304	3,443	-2,002
	160	4,096	3,277	-1,343	3,418	2,734	-1,590
50	180	4,728	3,782	-1,550	3,784	3,027	-1,760
	160	3,576	2,861	-1,172	2,898	2,318	-1,348
70	180	4,208	3,360	-1,380	3,264	2,611	-1,518
	160	3,056	2,445	-1,002	2,378	1,902	-1,106

FVC<sub>p</sub>: valor predicho o de referencia de FVC. RE<sub>80%</sub>: residuo estandarizado que corresponde al 80% del valor de referencia.

los valores de referencia dependen de la edad, el sexo y la talla, se considera que el método de PP tiene sesgo de edad, sexo y talla<sup>1,4,5,9,39-41,45</sup>; éste depende de la magnitud y dispersión de los datos, y de la magnitud de los coeficientes de correlación y del error estándar<sup>29,37,47</sup>; b) por lo anterior, un mismo porcentaje equivale a dispersiones muy distintas para diferentes personas en función de sus características antropométricas, lo que va en contra del propio fundamento teórico de los valores de referencia<sup>5</sup>. Esto se puede ver expresado con claridad en la tabla II. La influencia de este hecho sobre la interpretación de la espirometría se puede apreciar en las tablas III y IV; c) si la dispersión es alta, el método de PP hace

que un elevado porcentaje de individuos normales sean considerados enfermos<sup>4</sup> (si bien esto, evidentemente, depende del umbral señalado como límite inferior de la normalidad [LIN], pudiendo suceder lo contrario); d) el valor elegido es arbitrario<sup>12</sup>, sin fundamento fisiológico<sup>1,7,29,37</sup> ni estadístico<sup>1,3,5,29,37</sup>. Esta arbitrariedad se refleja en el amplio margen de valores que han sido considerados como LIN para VC (entre el 72 y el 85%) y cociente FEV<sub>1</sub>/VC (ya sea en valor real, del 65 al 76% o en porcentaje respecto al valor de referencia, del 85 al 100%), como hemos recogido con anterioridad<sup>31</sup>; e) este método asume que la variable en estudio es heterocédastica, es decir, la dispersión es proporcional al valor

TABLA III  
Diferencias en la interpretación de la espirometría según el método de los porcentajes del valor de referencia y el de los residuos estandarizados (varón de 64 años, de 163 cm de estatura)

	Medido	Valor teórico	PP (%)	RE
FVC	2,313	3,385	68,33	-1,757
FEV <sub>1</sub>	1,877	2,663	70,48	-1,541
FEV <sub>1</sub> /FVC	81,15	75,69	107,21	0,762
MMEF	1,662	3,110	53,44	-1,393

Los valores en cursiva son los que son considerados como anormales por cada método. Según el criterio del porcentaje sobre el valor de referencia (PP), se considera que FVC y FEV<sub>1</sub> son anormales si son menores del 80%<sup>10</sup>, MMEF es anormal si es menor del 65%, y el cociente FEV<sub>1</sub>/FVC es anormal si es inferior al 88% en varones y al 89% en mujeres<sup>9</sup>. Según el criterio de los residuos estandarizados (RE) se considera que cualquier valor es anormal si es inferior a -1,645<sup>9</sup>. Según el método de PP, este paciente presenta un defecto ventilatorio mixto, no obstructivo y obstructivo, con reducción de FEV<sub>1</sub> y de los flujos mesospiratorios. Según el método de RE, este paciente presenta un defecto ventilatorio no obstructivo puro, con normalidad de los parámetros de flujo.

TABLA IV  
Diferencias en la interpretación de la espirometría según el método de los porcentajes del valor de referencia y el de los residuos estandarizados (varón de 67 años, de 167,5 cm de estatura)

	Medido	Valor teórico	PP (%)	RE
FVC	2,752	3,566	77,17	-1,334
FEV <sub>1</sub>	2,088	2,770	75,39	-1,336
FEV <sub>1</sub> /FVC	75,87	75,15	100,96	0,101
MMEF	1,585	3,069	51,65	-1,426

Los valores en cursiva son los que son considerados como anormales por cada método. Los criterios de normalidad son los mismos que en la tabla II. Según el método de PP, este paciente presenta un defecto ventilatorio mixto, no obstructivo y obstructivo, con reducción de FEV<sub>1</sub> y de los flujos mesospiratorios. Según el método de RE, este paciente presenta una espirometría normal.

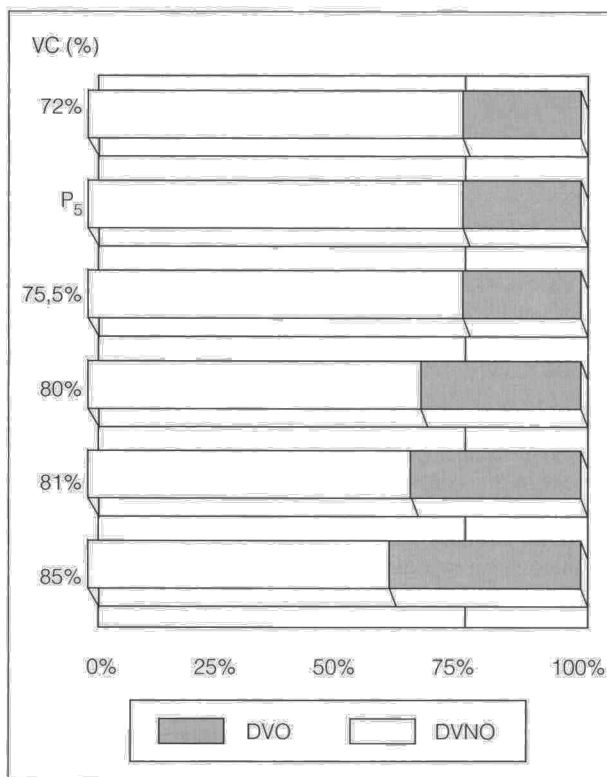


Fig. 5. Variación en la proporción de espirometrías normales y anormales atendiendo al valor de FVC (expresado en porcentaje respecto al valor de referencia), para 5.000 registros espirométricos, al modificarse el umbral entre normalidad y anormalidad (los diferentes umbrales, tomados de la referencia 20). P<sub>5</sub>: definición de normalidad y anormalidad tomando como umbral el percentil 5. DVNO: defecto ventilatorio no obstructivo.



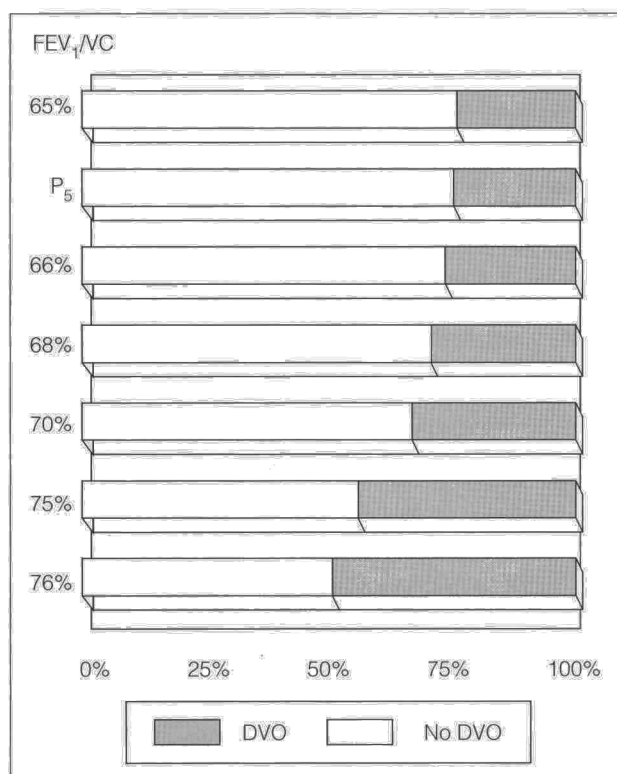


Fig. 6. Variación en la proporción de espirometrías normales y anormales atendiendo al valor del cociente FEV<sub>1</sub>/FVC (en valor real), para 5.000 registros espirométricos, al modificarse el umbral entre normalidad y anormalidad (los diferentes umbrales, tomados de la referencia 20). P<sub>5</sub>: definición de normalidad y anormalidad tomando como umbral el percentil 5. DVO: defecto ventilatorio obstructivo.

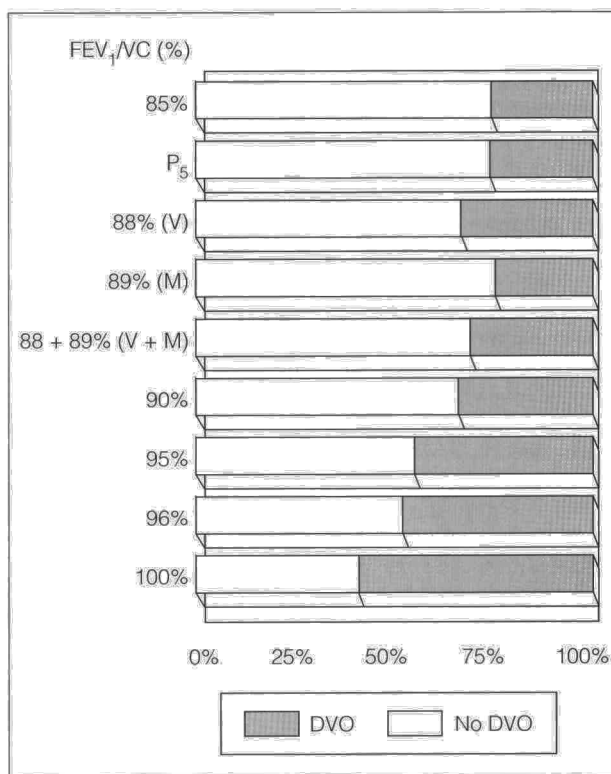


Fig. 7. Variación en la proporción de espirometrías normales y anormales atendiendo al valor del cociente FEV<sub>1</sub>/FVC (en porcentaje respecto al valor de referencia), para 5.000 registros espirométricos, al modificarse el umbral entre normalidad y anormalidad (los diferentes umbrales, tomados de la referencia 20). P<sub>5</sub>: definición de normalidad y anormalidad tomando como umbral el percentil 5. DVO: defecto ventilatorio obstructivo; V: varones; M: mujeres.

de la variable, de modo que a mayor valor de ésta, mayor variación, lo cual es falso (al menos en adultos), en que los parámetros funcionales respiratorios son homocedásticos (es decir, la dispersión es constante en todo el rango de valores de la variable estudiada)<sup>1,5,9,29,37,39,41,48</sup>, y f) otra desventaja adicional sería que hay un porcentaje que define el LIN para cada parámetro<sup>1,5,29,39</sup>. De todas las argumentaciones en contra de este método ésta es probablemente la más inconsistente.

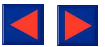
#### Método de los residuos estandarizados

Lo primero que hay que preguntarse es qué son los residuos estandarizados. Aunque, como se señala más adelante, algunos autores discrepan, en general se considera que los parámetros funcionales respiratorios siguen una distribución normal, cuya media es el VR y cuya desviación típica (DT) es la desviación estándar de los residuos (RSD). Dado que en muchas ocasiones es necesario establecer comparaciones entre individuos de diferentes características antropométricas, es preciso obtener una manera de expresar estos resultados de modo que para una misma desviación del valor medido alrededor de la media se obtenga un mismo resultado, sea cual sea el VR (es decir, sean cuales sean las características antropométricas del individuo).

A modo de ejemplo, se consideran dos personas, un varón de 25 años y 180 cm de estatura, y una mujer de 70 años y de 160 cm. Para el primero, el valor medido de FVC es 4,37 l, el VR de FVC es 5,378, y el RSD de FVC es 0,61 l; FVC es el 81,3% del VR (es decir, de acuerdo con el criterio “estándar”<sup>10</sup>, es normal). Para la segunda, dichos valores son, respectivamente, 1,85 l, 2,378 l, 0,43 l y 77,8% (es decir, un valor anormalmente bajo). Dado que este método de PP no debe ser usado, ¿cómo establecemos nuestra comparación?

La respuesta está en el procedimiento llamado tipificación o estandarización<sup>49</sup>, mediante el cual una distribución normal cuya media es el VR y cuya DT es RSD se transforma en una distribución normal de media 0 y de DT 1; esto es así si se define una nueva variable, RE, que es igual a (valor medido – VR)/RSD. Es decir, el residuo estandarizado, RE, es el resultado de estandarizar o tipificar los parámetros funcionales respiratorios según el VR y RSD. Así se pueden comparar dos valores cualesquiera de una misma variable, sean cuales sean esos valores y sus dispersiones (RSD). Si el RE es igual a o mayor de –1,645 se considera que el parámetro se encuentra dentro de los límites normales, y si es menor de –1,645 es anormalmente bajo<sup>9</sup>.

En el caso anterior, para el primer paciente RE vale (4,37–5,378)/0,61 = –1,652, y para el segundo RE =



$(1,85-2,378)/0,43 = -1,228$ , es decir, el primer resultado es anormal y el segundo es normal (al contrario de lo señalado antes).

El método de RE presenta varias ventajas: permite usar toda la información disponible acerca de una población (media y dispersión), y está libre de sesgos<sup>5</sup>, lo cual lo hace estadísticamente más correcto. Sin embargo, también se han señalado varios inconvenientes: *a*) la consideración de un determinado percentil como LIN es arbitraria<sup>2,22,50,51</sup>. En este sentido, aunque generalmente se considera que el LIN es el percentil 5 ( $P_5$ )<sup>4,7-9,22,23,40,48,52-54</sup> (lo cual supone una arbitrariedad refrendada por la tradición estadística, pero sin ningún fundamento fisiológico<sup>51</sup>), a veces se considera que es el  $P_{2,5}$ <sup>55</sup>, otras el  $P_2$ <sup>50</sup>, y, en fin, otras el  $P_{1,25}$ <sup>41</sup>; *b*) la estimación de  $P_5$  como la media menos 1,645 veces la dispersión presupone que el parámetro considerado se distribuye normalmente<sup>39</sup>, lo cual no es admitido por algunos autores, de modo que los resultados pueden diferir según se considere la estimación del LIN o el percentil 5 real de la muestra<sup>56</sup>. También se asume que la variable considerada es homocedástica, aunque esto sí es reconocido por la mayoría de los autores; *c*) si se estima el percentil 5 como media menos "a" veces la dispersión, podemos encontrar diferencias en ambos factores: aunque en general se recomienda que la medida de dispersión sea el error estándar<sup>1,4,5,7,9,37,48</sup>, algunos autores utilizan la DT<sup>8,40,41,52</sup> y otros el coeficiente de variación<sup>22,23</sup>; el valor de "a" recomendado habitualmente es 1,645 (o 1,65)<sup>1,4,7,9,22,23,40,48,52,53</sup>, aunque algunos autores consideran que es 1,66<sup>8</sup> y otros 1,96 o 2<sup>5,37,41</sup>, y *d*) la estimación del residuo estandarizado, de acuerdo con las fórmulas habituales ( $|\text{valor medido} - \text{valor de referencia}|/\text{error estándar}$ )<sup>9</sup>, supone realizar una resta y una división (es decir, unos cálculos no más complejos que los que se hacen al hallar un porcentaje, que son una división y una multiplicación), pero sí es un cálculo adicional, que no siempre se puede realizar por necesitar un tiempo adicional (que, aunque pequeño, no siempre está disponible por la creciente presión asistencial), y sobre todo se precisa un dato, el error estándar, del cual no siempre se dispone<sup>5</sup>.

#### *Alternativas y conclusiones*

Ante estos datos, y a pesar de que desde el punto de vista estadístico y fisiológico el método de RE es correcto y el de PP no lo es, dado que la mayor parte de los clínicos se siente más a gusto al manejar porcentajes que residuos estandarizados, cabe preguntarse cuál debe ser nuestra actitud; se han propuesto varias alternativas: *a*) intentar dar validez estadística al método de los porcentajes, equiparándolo de alguna manera al de los residuos estandarizados, no sólo para la espirometría<sup>5,22,23,31,37,57</sup>, sino también para otros parámetros funcionales<sup>58,59</sup>. Sin embargo, a pesar del avance que suponen, parece poco probable que estos métodos lleguen a instaurarse de manera generalizada, sobre todo por la necesidad de validación para otras poblaciones y ecuaciones de predicción; *b*) usar porcentajes en la clínica diaria, y residuos cuando se necesiten expresar los parámetros funcionales con una medida no sesgada o cuan-

do se precise relacionar ésta con otra medida<sup>5</sup>, y *c*) usar ambos métodos de manera simultánea para expresar los resultados<sup>7,31</sup>, aunque sólo se utilice el de los residuos para interpretar la espirometría.

#### **Utilización de diferentes umbrales para definir el límite inferior de la normalidad**

Como se ha señalado en el apartado anterior, en nuestra reciente revisión hemos encontrado una amplia variación en los criterios de normalidad<sup>31</sup>. En las figuras 5-7 se pueden observar las proporciones de espirometrías normales y anormales según VC y el cociente  $FEV_1/VC$  (en valor real o en porcentaje del valor de referencia) correspondientes a 5.000 registros al variar el umbral, con datos tomados de otro estudio<sup>31</sup>, lo cual da idea de la potencial magnitud de este problema, al igual que reconocen otros autores<sup>28,40</sup>.

#### **Uso de diferentes parámetros para definir la existencia de alteraciones funcionales**

Si bien en el caso del defecto no obstructivo existe consenso en basar el diagnóstico en el valor de VC o de FVC, no ocurre así con la definición del defecto ventilatorio obstructivo, de modo que puede modificarse la interpretación de la espirometría<sup>60</sup>. Hemos detectado las siguientes posibilidades: *a*) uso de un solo parámetro:  $FEV_1$  como parámetro que define la obstrucción<sup>10,39,61-63</sup>,  $FEV_1/VC$  como parámetro que define la obstrucción<sup>6,36,50,52,64</sup>, ya sea en valor real (o porcentaje fijo)<sup>3,48,65</sup> o en porcentaje respecto al valor de referencia<sup>1,22,27,31,41,44,57,66</sup>, y *b*) uso de varios parámetros (al menos en ciertos casos)<sup>41-43,45,67-71</sup>, entre los que se pueden encontrar  $FEV_1$  y  $FEV_1/VC$ , aunque no necesariamente, de modo que el diagnóstico reposaría, en contra de lo indicado por la European Respiratory Society<sup>9</sup>, en parámetros con amplia variabilidad (particularmente en pacientes con patología obstructiva) y, por ello, poca fiabilidad<sup>9,72,73</sup> (y que, aunque pueden ser más sensibles que  $FEV_1$  y  $FEV_1/FVC$ , son menos específicos<sup>71,74</sup>).

#### **Inclusión del contexto clínico en la interpretación de la espirometría**

Aun cuando es evidente que las pruebas funcionales respiratorias deben interpretarse a la vista del resto de datos del paciente<sup>4,6,11,14,46,51,53,67,75</sup>, la introducción del contexto clínico como factor de interpretación de las mismas supone una fuente adicional de variabilidad<sup>6</sup>, pudiéndose llegar a clasificar a los pacientes de una u otra manera según el entorno clínico<sup>2</sup>. Por ejemplo, un  $FEV_1$  ligeramente por debajo del valor de referencia o unos flujos mesospiratorios reducidos no tienen el mismo valor en un fumador con historia de sibilancias y bronquitis con disnea (en el que se consideraría que sí existe obstrucción bronquial y se debería continuar el estudio funcional) que en uno no fumador y asintomático, con exploración física normal, que es estudiado para valoración preoperatoria de una hernia inguinal. Relacionado con esto, se ha propuesto modificar el umbral

que separa normalidad de anormalidad según se trate de un estudio clínico o epidemiológico, y en este caso el umbral depende de la prevalencia de la enfermedad a detectar<sup>22,41,53,55</sup>.

### Reflexiones finales

A la vista de lo anterior, ¿cuál debe ser nuestra actitud práctica? Aunque todo lo anteriormente expuesto lleve a cierto grado de escepticismo, es indudable que las pruebas funcionales respiratorias aportan una información muy importante e insustituible en la valoración del paciente neumológico. Sin embargo, se debe ser prudente en su interpretación, sin que ello suponga una merma en la información que obtengamos de ella.

Como orientación, consideramos que en un informe de exploración funcional idealmente se deberían consignar los siguientes datos (aunque ello suponga un gasto adicional de tiempo): *a)* filiación y datos antropométricos del paciente; *b)* condiciones de la prueba (fase estable o de agudización, colaboración, estudio realizado posmedicación, datos ambientales, etc.); *c)* ecuaciones de predicción y valores de referencia utilizados; *d)* criterios de normalidad y parámetros empleados para definirla; *e)* valor de los parámetros funcionales obtenidos por el paciente, junto con una indicación de la desviación de dos maneras, como porcentaje y como residuo estandarizado, resaltando de alguna manera los datos anormales, y *f)* interpretación de la espirometría, sin dar ningún diagnóstico que no venga sugerido por los datos de que se dispone, pero sin omitir datos o sugerencias que podrían ser importantes. En casos de duda puede ser útil ayudarse con otros parámetros de flujo y con la forma de la curva flujo-volumen, que en ocasiones puede dar la clave para el diagnóstico (particularmente en el caso de obstrucción de vías altas). Sería deseable poder disponer del diagnóstico de sospecha del clínico.

Por otra parte, cuando nos encontremos ante el informe de una espirometría debemos ser cautelosos y no dejarnos llevar por éste completamente y de una manera acrítica, sino que debemos integrarlo en el resto de datos (clínicos, radiológicos y funcionales), a fin de obtener un diagnóstico correcto que nos permita tomar la decisión adecuada con ese paciente concreto.

Finalmente, sería deseable que la SEPAR emitiera una normativa para la interpretación de la espirometría, en la que se intentara dar solución, en lo posible, a estos problemas.

### BIBLIOGRAFÍA

1. American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144: 1.202-1.218.
2. Harber P. Value based interpretation of pulmonary function tests. *Chest* 1985; 88: 874-877.
3. Grippi MA, Metzger LF, Krupinski AV, Fishman AP. Pulmonary function testing. En: Fishman AP, ed. *Pulmonary diseases and disorders*. Nueva York: McGraw-Hill Book Company, 1988; 2.469-2.521.

4. American College of Chest Physicians. Statement on spirometry. A report of the section on respiratory pathophysiology. *Chest* 1983; 83: 547-550.
5. Miller MR, Pincock AC. Predicted values: how should we use them? *Thorax* 1988; 43: 265-267.
6. Cary J, Huseby J, Culver B, Kosanke C. Variability in interpretation of pulmonary function tests. *Chest* 1979; 76: 389-390.
7. Roca J. Aplicaciones clínicas de las pruebas de función pulmonar. En: Ancic Cortez P, Clark THJ, eds. *Enfermedades respiratorias. Utilidad del laboratorio*. Santiago de Chile: Camugraf Ediciones Científicas, 1990; 171-190.
8. American Heart Association. AHA Council Report. Manual for evaluation of lung function by spirometry. *Circulation* 1982; 65: 644A-651A.
9. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault J-C. Standardized lung function testing. Lung volumes and forced ventilatory flows. Official statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1993; 6 (Supl 16): 5-40.
10. SEPAR. Normativa para la espirometría forzada. Barcelona: Ediciones Doyma S.A., 1985.
11. American Thoracic Society. Standardization of spirometry -1994 update. *J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 1.107-1.136.
12. Gindmeyer HW, Jones RN, Barkman HW, Weill H. Spirometry: quantitative test criteria and test acceptability. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 449-452.
13. Enright PL, Johnson LR, Connett JE, Voelken H, Buist AS. Spirometry in the Lung Health Study. 1. Methods and quality control. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 1.215-1.223.
14. Becklake MR. Concepts of normality applied to the measurement of lung function. *Am J Med* 1986; 80: 1.158-1.164.
15. Cotes JE. Lung function throughout life: determinants and reference values. En: Cotes JE, ed. *Lung function. Assessment and application in medicine*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993; 445-513.
16. Garcia JG, Hunninghake GW, Nugent KM. Thoracic gas volume measurement. Increased variability in patients with obstructive ventilatory defects. *Chest* 1984; 85: 272-275.
17. Humerfelt S, Eide GE, Kvåle G, Gulsvik A. Predictors of spirometric tests failure: a comparison of the 1983 and 1993 acceptability criteria from the European Community for Coal and Steel. *Eur Respir J* 1994; 7 (Supl 18): 355S.
18. Ng'ang'a LW, Ernst P, Jaakkola MS, Gerardi G, Hanley JH, Becklake MK. Spirometric lung function. Distribution and determinants of test failure in a young adult population. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: 48-52.
19. Medinger AE. Should largest FEV<sub>1</sub> be reported from spirometric trials? *Am Rev Respir Dis* 1990; 141 (Supl): A223.
20. McKay RT. Pulmonary function testings: minimum standards versus desirable features. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139 (Supl): A553.
21. Jacobs DR Jr, Nelson ET, Dontas AS, Kellen J, Slaterry ML, Higgins M. Are race and sex differences in lung function explained by frame size? The CARDIA Study. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 644-649.
22. Pennock BE, Cottrell JJ, Rogers RM. Pulmonary function testing. What is "normal"? *Arch Intern Med* 1983; 143: 2.123-2.127.
23. Pennock BE, Rogers RM, McCaffree DR. Changes in measured spirometric indices. What is significant? *Chest* 1981; 80: 97-99.
24. Miller MR, Pincock AC. Repeatability of the moments of the truncated forced expiratory spirogram. *Thorax* 1982; 37: 205-211.
25. Kapp MC, Schachter EN, Beck GJ, Maunder LR, Witek TJ Jr. The shape of the maximum expiratory flow volume curve. *Chest* 1988; 94: 799-806.
26. Enright P. Reporting the reproducibility of spirometry results. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 1.367-1.368.
27. Ellis JH Jr, Perera SP, Levin DC. A computer program for calculation and interpretation of pulmonary function studies. *Chest* 1975; 68: 209-213.
28. Harber P, Schnur R, Emery J, Brooks S, Ploy-Song-Sang Y. Statistical "biases" in respiratory disability determinations. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128: 413-418.
29. Sobol BJ. The early detection of airway obstruction: another perspective. *Am J Med* 1976; 60: 619-624.
30. Díez Herranz. Concordancia entre los valores de referencia para la espirometría recomendados por las Sociedades Neumológicas Españolas y Europea. *Arch Bronconeumol* 1996; 32: 459-462.



31. Díez Herranz A, Para Cabello J, Aller Álvarez JL. Interpretando la espirometría: ¿porcentajes o percentiles? Validación de diferentes criterios diagnósticos. XII Premio CIBA. Salamanca: XIV Congreso SOCALPAR, 1995.
32. Ferrante E, Anaclerio M, Quatela M, Pistelli R, Corbo GM, Fuso L et al. Reference spirometric data and their modelling: is it time to change the traditional variables in models? *Eur Respir J* 1994; 7 (Supl 18): 354S.
33. Viegi G, Lundbäck B, Di Pede F, Vellutini M, Pistelli F, Jonsson E et al. Comparison of forced expirograms in asymptomatic subjects of Italian and Swedish epidemiological samples. *Eur Respir J* 1995; 8 (Supl 19): 34S.
34. Cordero PJ, Morales P, Benlloch E, Miravet L, Cebrián J. Spirometric studies in normal subjects. Reference values for adults of Spanish descent. *Eur Respir J* 1995; 8 (Supl 19): 436S.
35. Ghio AJ, Crapo RO, Elliot CG. Reference equations used to predict pulmonary function. Survey at institutions with respiratory disease training programs in the United States and Canada. *Chest* 1990; 97: 400-403.
36. Thomas HM III, Garret RC. Interpretation of spirometry. A graphic and computational approach. *Chest* 1984; 86: 129-131.
37. Sobol BJ, Sobol PG. Per cent of predicted as the limit of normal in pulmonary function testing: a statistically valid approach. *Thorax* 1979; 34: 1-3.
38. Miller MR, Pincock AC. Predicted values: how should we use them? *Thorax* 1988; 43: 663-664.
39. Quanjer PhH. RV/TLC% ratio: alternative criteria of normality. *Eur Respir J* 1995; 8: 1.813.
40. Roberts CM, Mac Rae KD, Winning AJ, Adams L, Seed WA. Reference values and prediction equations for normal lung function in a nonsmoking white urban population. *Thorax* 1991; 46: 643-650.
41. Poirier KP. A quantitative definition of obstructive lung disease. *Am J Med* 1968; 45: 329-335.
42. Gavriely N, Nissan M, Cugell DW, Rubin A-HE. Respiratory health screening using pulmonary function tests and lung sound analysis. *Eur Respir J* 1994; 7: 35-42.
43. Beck KC, Offord KP, Scanlon PD. Comparison of four methods for calculating diffusing capacity by the single breath method. *Chest* 1994; 105: 594-600.
44. Siafakas NM, Vermeire P, Pride NB, Paoletti P, Gibson J, Howard P et al, on behalf of the Task Force. Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). A consensus statement of the European Respiratory Society (ERS). *Eur Respir J* 1995; 8: 1.398-1.420.
45. Oliver LC, Eisen EA, Sprince NL. A comparison of two definitions of abnormality on pulmonary outcome in epidemiologic studies. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133: 825-829.
46. Terrin M. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Respir Dis* 1981; 124: 763-764.
47. Miller MR, Pincock AC. Retention of unwanted bias using percent of predicted. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135 (Supl): 119A.
48. Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Respir Dis* 1981; 123: 659-664.
49. Matthews DE, Farewell VT. Estadística médica. Aplicación e interpretación. Barcelona: Salvat Editores, S.A., 1990: 93-107.
50. Miller MR, Pincock AC, Grove DM. Patterns of spirogram abnormality in individual smokers. *Am Rev Respir Dis* 1985; 132: 1.034-1.040.
51. Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Respir Dis* 1981; 124: 764.
52. Detels R, Tashkin DP, Simmons MS, Carmichael HE Jr, Sayre JW, Rokaw SN et al. The UCLA population studies of chronic obstructive respiratory disease. 5. Agreement and disagreement of tests in identifying abnormal lung function. *Chest* 1982; 82: 630-638.
53. Pennock BE, Rogers RM, Owens GR, Unger KM. The normal ranges in spirometric indices. *Chest* 1982; 81: 658-659.
54. Oldham PD. Per cent of predicted as the limit of normal in pulmonary function testing: a statistically valid approach. *Thorax* 1979; 34: 569.
55. Weiss W. The normal ranges in spirometric indices. *Chest* 1982; 81: 658.
56. Miller MR, Grove DM, Pincock AC. Time domain spirogram indices. Their variability and reference values in nonsmokers. *Am Rev Respir Dis* 1985; 132: 1.041-1.048.
57. Díez Herranz A, Para Cabello J, Fernández Rodríguez ML. Validación de diversos criterios de interpretación de la espirometría forzada. Estudio preliminar. *Arch Bronconeumol* 1994; 30: 418-419.
58. Díez Herranz A, Teruel González FE, Aller Álvarez JL. Concordancia entre diferentes criterios de normalidad de los volúmenes pulmonares. *Arch Bronconeumol* 1995; 31: 43.
59. Díez Herranz A. RV/TLC% ratio: alternative criteria of normality. *Eur Respir J* 1995; 8: 1.812-1.813.
60. Vestbo J, Knudson KM, Rasmussen FV. The effect of smoking and occupation on lung function – a question of spirometry index and statistical methods? *Am Rev Respir Dis* 1989; 139 (Supl): A545.
61. Eliasson O, Degraff AC Jr. The use of criteria for reversibility and obstruction to define patient groups for bronchodilator trials. Influence of clinical diagnosis, spirometric, and anthropometric variables. *Am Rev Respir Dis* 1985; 132: 858-864.
62. Killian KJ, Leblanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJM. Exercise capacity and ventilatory, circulatory, and symptom limitation in patients with chronic airflow limitation. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 935-940.
63. Brugman TM, Morris JF, Temple WP. Comparison of lung volume measurements by single breath helium and multiple breath nitrogen equilibration methods in normal subjects and COPD patients. *Respiration* 1986; 49: 52-60.
64. Cotes JE. Lung function in disease. En: Cotes JE, ed. Lung function. Assessment and application in medicine. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993; 514-609.
65. Gilbert R, Auchincloss JH. What is a "restrictive" defect? *Arch Intern Med* 1986; 146: 1.779-1.781.
66. Cottrell JJ, Pennock BE, Rogers RM. A simplified computer report. Towards an understandable pulmonary function test. *Chest* 1983; 84: 158-160.
67. Gilbert R, Auchincloss JH. The interpretation of the spirogram. How accurate is it for "obstruction"? *Arch Intern Med* 1985; 145: 1.635-1.639.
68. American Thoracic Society. Evaluation of impairment/disability secondary to respiratory disorders. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133: 1.205-1.209.
69. Oliver LC, Eisen EA, Sprince NL. Effects of definition criteria on outcome in epidemiologic studies. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131 (Supl): A175.
70. Gilbert R, Auchincloss JH, Belotti D, Peppi D. Spirometric diagnosis of airway obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1983; 127 (Supl): 119A.
71. Gelb AF, Williams AJ, Zamel N. Spirometry. FEV<sub>1</sub> vs FEF<sub>25-75</sub> percent. *Chest* 1983; 84: 473-474.
72. Cotes JE. Assessment of bellows and mechanical attributes of the lung. En: Cotes JE, ed. Lung function. Assessment and application in medicine. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993; 131-178.
73. Coates AL, Desmond KJ, Demizio D, Allen P, Beaudry PH. Sources of error in flow-volume curves. Effect of expired volume measured at the mouth vs that measured in a body plethysmograph. *Chest* 1988; 94: 976-982.
74. Pavlov N, Tocilj J. Sensitivity and specificity of spirometry and maximal expiratory flow-volume curve in asthmatic and healthy children. *Eur Respir J* 1995; 8 (Supl 19): 130S.
75. Colp CR. Interpretation of pulmonary function tests. *Chest* 1979; 76: 377-378.