



## Desafíos de la espirometría en Cuba en el siglo XXI Challenges of spirometry in Cuba in the 21st century

Jesús Bethancourt-Enríquez<sup>1</sup>\* <https://orcid.org/0000-0003-3393-4937>

<sup>1</sup>Especialista de Segundo Grado en Fisiología Normal y Patológica. Profesor Auxiliar. Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila, Facultad de Ciencias Médicas Dr. “José Assef Yara”. Ciego de Ávila, Cuba.

\* Autor para la correspondencia. Correo electrónico: [jbetan@infomed.sld.cu](mailto:jbetan@infomed.sld.cu)

### RESUMEN

**Introducción:** en Cuba se emplean pocas ecuaciones de predicción espirométricas, y se carece tanto de un método consensuado de interpretación para los protocolos como de guías de actuación de los laboratorios de pruebas funcionales respiratorias.

**Objetivo:** exponer en forma estructurada, como material de consulta, los parámetros necesarios para la interpretación de la espirometría en Cuba, las características ideales de las ecuaciones de referencia, las ventajas y defectos de las nuevas ecuaciones y algoritmos de flujo.

**Método:** se realizó una revisión bibliográfica sobre el desarrollo y perspectivas de la espirometría en Cuba y el mundo en los últimos años. Para ello, junto a otros métodos se empleó el análisis documental. Se seleccionaron artículos publicados en América Latina, Estados Unidos, España y Portugal durante los últimos cinco años y, por su importancia, algunos con más de cinco años, localizados en diferentes bases de datos de Internet.

**Desarrollo:** la interpretación de la espirometría se basa en la comparación de los valores detectados en el paciente con los que teóricamente le corresponderían a un individuo sano de sus mismas características antropométricas. La falta de uniformidad entre las ecuaciones de predicción y los valores de referencia causa variaciones significativas en la interpretación de los resultados.

**Conclusiones:** se precisa prestar más atención, por parte de especialistas e investigadores cubanos al



tema de las pruebas espirométricas. Ello implica incorporar más ecuaciones de predicción, consensuar un método de interpretación de los protocolos y elaborar guías de actuación de los laboratorios de pruebas funcionales respiratorias adaptadas al contexto cubano.

**Palabras clave:** ESPIROMETRÍA/métodos; PRUEBAS DE FUNCIÓN RESPIRATORIA; MECÁNICA RESPIRATORIA; ENFERMEDADES RESPIRATORIAS; LITERATURA DE REVISIÓN COMO ASUNTO.

## ABSTRACT

**Introduction:** few spirometric prediction equations are used in Cuba, and there is a lack of a consensus method of interpretation for protocols as well as guidelines for the performance of laboratories for functional respiratory tests.

**Objective:** to expose in a structured way, as reference material, the necessary parameters for the interpretation of spirometry in Cuba, the ideal characteristics of the reference equations, the advantages and defects of the new equations and flow algorithms.

**Method:** a bibliographic review about the development and perspectives of spirometry in Cuba and in the world in recent years was carried out. For this, along with other methods, documentary analysis was used. Articles published in Latin America, the United States, Spain and Portugal during the last five years were selected and, due to their importance, some with more than five years, located in different Internet databases.

**Development:** the interpretation of spirometry is based on the comparison of the values detected in the patient with those that theoretically correspond to a healthy individual with the same anthropometric characteristics. The lack of uniformity between the prediction equations and the reference values causes significant variations in the interpretation of the results.

**Conclusions:** it is necessary to pay more attention, by Cuban specialists and researchers, to the topic of spirometric tests. This implies incorporating more prediction equations, agreeing on a method of interpretation of the protocols and developing guidelines for the performance of respiratory functional testing laboratories adapted to the Cuban context.

**Keywords:** SPIROMETRY/methods; RESPIRATORY FUNCTION TESTS; RESPIRATORY MECHANICS; RESPIRATORY TRACT DISEASES; REVIEW LITERATURE AS TOPIC.



Recibido: 29/12/2017

Aprobado: 27/05/2019

## INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad la función respiratoria de las personas se evalúa de acuerdo a la capacidad pulmonar, es decir, el volumen de aire contenido y la velocidad de la espiración. Para ello existen pruebas diagnósticas, de las cuales una de las más conocidas y utilizadas es la espirometría.<sup>(1)</sup>

No obstante, es difícil lograr un consenso internacional en la interpretación de la espirometría, debido a la aparición de nuevos equipos y técnicas. Para evitar los errores de interpretación y lograr que esta prueba sea confiable se deben tener en cuenta varios elementos: la preparación del paciente, la manipulación del equipo, la ejecución de la técnica, y el uso de ecuaciones de predicción y algoritmos de interpretación aplicables a la población a estudiar.

En Cuba se emplean pocas ecuaciones de predicción; a la par que se carece tanto de un método consensuado de interpretación para los protocolos, como de guías de actuación de los laboratorios de pruebas funcionales respiratorias. Estos son indicios de la insuficiente atención al tema por parte de especialistas e investigadores.

Por ello, el presente artículo de revisión bibliográfica –que puede servir como material de consulta para los especialistas– tiene como objetivo exponer en forma estructurada los parámetros necesarios para la interpretación de la espirometría en Cuba, las características ideales de las ecuaciones de referencia, las ventajas y defectos de las nuevas ecuaciones y algoritmos de flujo.

## MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica sobre el desarrollo y perspectivas de la espirometría en Cuba y el mundo en los últimos años. Para ello se emplearon los métodos teóricos analítico-sintético, histórico-lógico e inductivo-deductivo y el análisis documental como método empírico. Se seleccionaron artículos publicados en América Latina, Estados Unidos, España y Portugal durante los últimos cinco



años y, por su importancia, algunos con más de cinco años.

La búsqueda se realizó en las bases de datos *Literatura Latinoamericana en Ciencias de la Salud* (LILACS), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *PublicMedline* (PubMed), *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* (Redalyc) y *Health Inter-Net Access to Research in Health Programme* (HINARI). Los términos para la búsqueda se seleccionaron de los descriptores en ciencias de la salud (DeCS): espirometría, pruebas de función respiratoria, procedimientos y técnicas diagnósticas, enfermedades respiratorias.

## DESARROLLO

La medición de la función pulmonar requiere el uso de espirómetros. Estos consisten en una boquilla y un tubo conectado a un dispositivo de registro del volumen de aire expulsado por los pulmones. Los sujetos a quienes se les realiza esta prueba deben inspirar profundamente, y luego espirar, a través de la boquilla, con fuerza y lo más rápidamente posible. Durante este tiempo el instrumento mide y registra los volúmenes de aire inhalados y exhalados durante la respiración, y relaciona las medidas de flujo de aire que se obtienen de una respiración. De esta forma, registra los diferentes indicadores de la capacidad y la eficiencia pulmonar.

El primer intento de medición de los volúmenes pulmonares data de los años 129-200 dC, cuando el médico y filósofo griego Galeno experimentó con la ventilación volumétrica de humanos. En 1667, Haske empleó un sistema de fuelle doble para abordar la tráquea de un perro, en un intento por conocer detalles de la mecánica respiratoria. Posteriormente, en 1749 Daniel Bernoulli planteó su teoría para medir el volumen espiratorio. Más adelante, en 1813, Edward Kentish diseñó, con esa finalidad, un instrumento que llamó “pulmómetro”.<sup>(2)</sup>

En 1846 John Hutchinson (1811-1861), médico de la Universidad Londres publicó el primer artículo demostrativo de la utilidad diagnóstica y preventiva de la espirometría. Se continuaron los estudios acerca del procedimiento, y en 1927 Rohrer y Neegord perfilaron las pruebas de la mecánica ventilatoria. De ahí que se les considere pioneros en este campo.<sup>(2)</sup>

En 1949 Tiffeneau relacionó el volumen de aire espirado con la unidad de tiempo, y conformó la espirometría dinámica. Ya por esa época, Hurtado y sus colaboradores registraron mediante una



espirometría las características de la capacidad vital (VC, por su sigla en inglés) ante la inhalación de metacolina, con lo que se iniciaron los estudios de hiperreactividad bronquial. En 1952, Leathart y sus colaboradores demostraron que la medición de la presión intraesofágica proporciona un valor aproximado al de la presión intrapleurales.<sup>(2,3)</sup>

En la actualidad los espirómetros portátiles integran medidores de alta precisión, adaptables para medir bajos flujos como los obtenidos en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y asma bronquial. Los sistemas de los espirómetros se pueden conectar a pequeñas computadoras, pantallas digitales, e incluso impresoras.

### Criterios de una espirometría satisfactoria

Durante la realización de la espirometría se deben cuidar dos aspectos que la hacen confiable o satisfactoria. Estos son la aceptabilidad y la repetibilidad.<sup>(4-8)</sup>

**Aceptabilidad:** se refiere a la decisión sobre si es aceptable una maniobra de espirometría forzada. Se requiere tener en cuenta su inicio, transcurso y finalización. La decisión se basa en criterios subjetivos y objetivos. Los subjetivos dependen de la valoración del técnico y son dos: el inicio de la espiración, tras la inspiración máxima, ha sido rápido y sin indecisión. La maniobra se realizó con el esfuerzo adecuado, con espiración continua y sin rectificaciones hasta expulsar todo el aire, sin tos o maniobra de Valsalva, o sin fugas ni obstrucción en la pieza bucal.<sup>(4-8)</sup>

Los criterios objetivos son: comienzo de la espirometría con volumen extrapolado inferior a 5 % de la capacidad vital forzada (FVC, por sus siglas en inglés) o 0,150 L (en preescolares son inferiores a 12,5 % de la FVC o 0,08 L). Tiempo de espiración forzada (FET, por su sigla en inglés)  $\geq 2$  s en niños de seis a ocho años,  $\geq 3$  s en niños de ocho a 10 años y  $\geq 6$  s en niños mayores de 10 años. En los niños menores de seis años la duración de la maniobra no debe ser inferior a un segundo. Consecución de una meseta al final de la espiración, fácil de observar en la curva volumen/tiempo. Otros análisis de las gráficas espirométricas (especialmente en la curva flujo/volumen) que tengan formas apropiadas, libres de artefactos, y sin pérdidas. Su inicio no debe ser retrasado ni su finalización prematura. La finalización será adecuada cuando se observe que la curva flujo/volumen “aterriza” suavemente y no cae o se interrumpe de forma brusca.<sup>(4-8)</sup>

**Repetibilidad:** la espirometría forzada en niños requiere un mínimo de dos maniobras aceptables –sin un máximo recomendado– según los criterios antes descritos. En adolescentes se realizarán como



mínimo tres maniobras aceptables –como máximo ocho– dejando entre ellas el tiempo suficiente para que el paciente se recupere del esfuerzo.<sup>(4-8)</sup>

Las maniobras cumplen los criterios de repetibilidad cuando los dos mejores valores de FVC no difieren entre sí más de 0,150 L, y los dos mejores valores del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1s, por su sigla en inglés) no difieren entre sí más de 0,150 L. En el caso de que la FVC sea igual o menor de 1 L, se exige que estas diferencias no sean mayores de 0,100 L.<sup>(4-8)</sup>

### **Variables utilizadas en la espirometría**

Las principales variables de la espirometría forzada son la FVC y el FEV1s. A su vez, el cociente FEV1s/FVC muestra la relación entre ambos parámetros. No se debe confundir con el índice de Tiffeneau, que se define como el cociente entre la FEV1s y la VC lenta.<sup>(6-9)</sup>

El volumen máximo de aire exhalado en los seis primeros segundos (FEV6s) de la maniobra de FVC, y la relación FEV1s/FEV6s pueden constituir parámetros alternativos a los anteriores en la interpretación de la espirometría, sobre todo cuando se usan equipos portátiles simplificados.<sup>(10)</sup> El FEVt corresponde al volumen máximo de aire exhalado en un tiempo “t”. Se ha sugerido que en niños que no sean capaces de realizar una maniobra forzada durante un segundo se podrían utilizar el FEV0,5s o el FEV0,75s como equivalentes del FEV1s.<sup>(11)</sup>

Además de los volúmenes, se deben considerar diversos flujos. El flujo espiratorio medio (FEF25-75 % o MMEF, por sus siglas en inglés) y el flujo espiratorio máximo (PEF, por sus siglas en inglés). Los flujos espiratorios instantáneos (FEF, por su sigla en inglés) consisten en el porcentaje correspondiente de la FVC que ha sido exhalado. Los más utilizados son el FEF25 %, el FEF50% y el FEF75%.<sup>(11)</sup>

Entre los parámetros inspiratorios se debe tener en cuenta la capacidad vital forzada inspiratoria (IFVC, por sus siglas en inglés), el volumen inspiratorio forzado en el primer segundo (FIV1s, por su sigla en inglés), el flujo inspiratorio medio (FIF o MMIF, por sus siglas en inglés) de 25-75 %, el flujo inspiratorio máximo (PIF, por su sigla en inglés) y los flujos inspiratorios instantáneos (FIF25 %, FIF50 % y FIF75 %, por sus siglas en inglés).

No existen criterios de estandarización para definir una maniobra no forzada, solo se diferencia en que debe ser más lenta que una maniobra forzada. En la espirometría no forzada o lenta se debe evaluar la VC y la capacidad inspiratoria (IC, por su sigla en inglés).<sup>(12)</sup> En algunas circunstancias es de utilidad determinar también el volumen de reserva espiratorio (ERV, por su sigla en inglés).



## Valores de referencia y ecuaciones de predicción

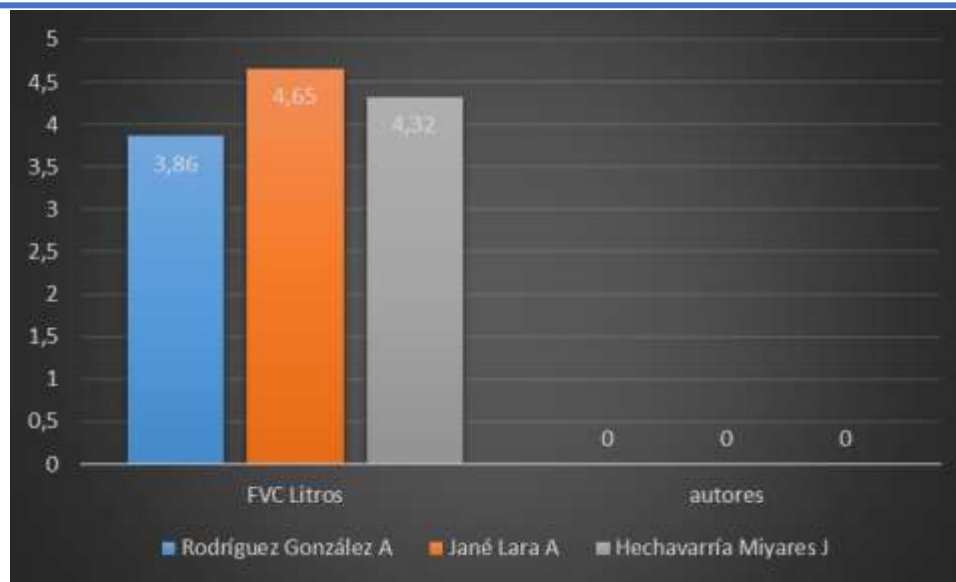
La interpretación de la espirometría se basa en la comparación de los valores detectados en el paciente con los que teóricamente le corresponderían a un individuo sano de sus mismas características antropométricas. Este valor teórico, o valor de referencia (VR), se obtiene a partir de las ecuaciones de predicción (EP).<sup>(13)</sup>

Existen diferentes EP y, contrario a lo que cabría esperar, no existe uniformidad entre ellas y los VR estimados. De ahí que estos valores pueden variar ampliamente, de acuerdo con las ecuaciones utilizadas. Producto de ello, se dan variaciones significativas en la interpretación de la espirometría.<sup>(14)</sup>

Estas variaciones dependen de factores tales como las diferencias de criterios en la selección de las poblaciones de referencia según los rangos de edades, la inclusión de variables antropométricas diferentes a las empleadas habitualmente (como el peso corporal) y las características sociodemográficas (hábito tabáquico, origen étnico, región geográfica, exposición ambiental, nivel de entrenamiento, estado nutricional, nivel socioeconómico y profesión, entre otras). También se dan por otras referidas a la variabilidad de las técnicas y metodologías de realización de las pruebas (equipos, procedimientos) y diferencias en el análisis de los datos.<sup>(15-19)</sup>

Respecto del análisis de los datos, es cuestionable si el modelo de regresión lineal utilizado habitualmente es el que mejor describe la distribución de los parámetros funcionales respiratorios, y si las variables explicativas escogidas son las indicadas. En general, se recomienda utilizar valores de referencia obtenidos en el propio laboratorio de función pulmonar siempre que sea posible, tal como hacen algunos autores.<sup>(20-22)</sup> En su defecto, se puede usar el conjunto de ecuaciones de predicción que mejor se ajuste al área geográfica y a los pacientes, elaborado con una metodología similar a la empleada en los laboratorios de función pulmonar.<sup>(7)</sup>

En Cuba existen tablas de valores de referencias nacionales para la población infantil, elaboradas hace más de 20 años.<sup>(19)</sup> Se han propuesto algunas ecuaciones para la población adulta por Jané,<sup>(20)</sup> Rodríguez<sup>(21)</sup> y Hechavarría,<sup>(22)</sup> pero entre estas ecuaciones existe variabilidad en los valores de la FVC (Fig. 1).



**Fig. 1** – Variaciones de los valores de referencia de la capacidad vital forzada para un individuo de 30 años de edad, 170 cm de estatura y 70 kg de peso (elaborado por el autor).

Por lo tanto, es necesario elaborar las tablas cubanas de valores de referencias en la población adulta, y actualizar los correspondientes a la población infantil, en protocolos consensuados que permitan la uniformidad e integración de todos los conocimientos actuales sobre el tema.

### Limitaciones de las EP

La aplicación de las EP se dificulta debido a algunas limitaciones: no siempre se dispone de las propias del área geográfica; son pocas las existentes para personas mayores de 70 años; los coeficientes de correlación encontrados en algunos casos tienen valores bajos, en ocasiones incluso inferiores a 0,5; las ecuaciones de predicción y los valores de referencia derivados de ellas son realmente un artificio matemático que puede no reflejar la situación real (por ello es posible considerar de manera arbitraria que un individuo es normal si se encuentra por encima de un determinado límite); las ecuaciones de referencia normalmente se derivan de estudios transversales, por lo que están sujetas al llamado efecto cohorte (de ahí que sea obligatorio actualizar periódicamente los patrones de referencia).<sup>(15-18)</sup>

### Expresión de los resultados de la espirometría

La realización de la espirometría tiene como objetivo determinar si los valores de la función pulmonar





del paciente se encuentran o no dentro del rango de la normalidad. Y en caso de no estarlo, establecer cuánto se desvían del valor de referencia. Para la expresión de los resultados se han utilizado diferentes métodos: porcentaje fijo del valor predicho; cuadrante de Miller; límite inferior de la normalidad (LIN) y estandarización de los resultados; *Z score* y percentiles.

**Porcentaje fijo del valor predicho:** considerar que el valor observado fuese 80 % del valor predicho (desde el punto de vista tradicional) como límite de normalidad, no tiene consistencia desde el punto de vista estadístico. Por ejemplo, si bien en sujetos de edad y estatura promedio 80 % del valor predicho se acerca al percentil cinco, en sujetos mayores o de baja estatura este valor fijo se puede clasificar incorrectamente como anormal, mientras que en sujetos jóvenes de alta estatura se puede considerar erróneamente como normal.<sup>(13)</sup> Se debe tener en cuenta que existen los grados de afectación respiratoria varían según el porciento del valor de referencia.

En Cuba, en la década de los '80, en el Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras" de La Habana, Colunga y Almira<sup>(23)</sup> interpretaron la espirometría de acuerdo a diferentes patrones o variantes, sin abandonar este método de interpretación. Ambos autores trabajaron de conjunto en llevar estos patrones a algoritmos matemáticos, y evaluaron la espiración forzada en pacientes asmáticos mediante técnicas computarizadas en laboratorios de función pulmonar existentes en diferentes hospitales.

En la utilización de este método se pueden presentar variantes o patrones de funcionamiento pulmonar (tabla 1).

**Tabla 1-** Patrones de afectación pulmonar según porciento del valor de referencia en diferentes individuos

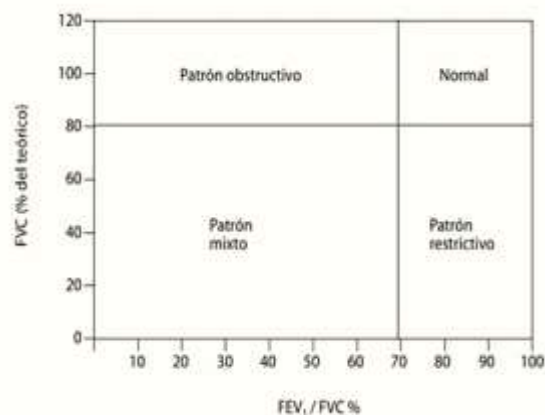
Variantes	FVC	FEV1s	FEV/FVCX100	FEF25-75	INTERPRETACIÓN
1	≥80%	≥80%	≥80%	≥75%	Normal
2	≥80%	≥80%	≥80%	<75%	Obstrucción de vías aéreas menor de 2 mm
3	80-85%	≥80%	≥80%	≥80%	Proceso restrictivo en instalación
4	<80%	Cualquier %	≥80%	Cualquier %	Proceso restrictivo
5	≥80%	≥80%	<80%	<75%	Proceso obstructivo
6	≥80%	<80%	<80%	<75%	Proceso obstructivo
7	≥80%	<80%	≥80%	≥75%	Proceso obstructivo ligero
8	≥80%	<80%	<80%	≥75%	Espiración forzada detenida prematuramente, o trastorno obstructivo junto con aumento del retroceso elástico pulmonar.
9	<80%	<80%	<80%	<80%	Trastorno ventilatorio mixto

El método del porcentaje fijo se caracteriza por la sencillez en el cálculo y la comprensión –lo que hace su uso generalizado–, pero presenta limitaciones. La amplitud de los límites de normalidad es directamente proporcional al VR (elevada a VR elevados y baja a VR bajos), lo que introduce sesgos debido al sexo, la talla y edad.

Por ello, una misma desviación del VR puede significar resultados diferentes para personas distintas en función de sus variables antropométricas, lo que va contra el propio fundamento teórico de los VR. Esto puede llevar a confusiones e interpretaciones erróneas, porque habitualmente no se puede saber a ciencia cierta cuál es la situación basal de un individuo. Conocer esta situación previa al desarrollo de la enfermedad permitiría que el individuo fuera su propia referencia.

Si la dispersión es alta, hay una elevada tasa de falsos positivos, debido a que este método asume que la dispersión de los parámetros de función pulmonar es heterocedástica. Por ello la dispersión es proporcional a la magnitud del VR, lo que no ocurre en la práctica habitual en adultos, en los que la dispersión es constante en todo el rango de VR.<sup>(15-18)</sup>

**Cuadrante de Miller:** algunos espirómetros presentan resultados de forma automática, basándose en el llamado cuadrante de Miller<sup>(8)</sup>. De acuerdo a su experiencia el autor de la presente revisión considera que no se debe tener en cuenta este cuadrante si se utiliza solamente para expresar los resultados espirométricos sin considerar la calidad de la prueba (la aceptabilidad y repetibilidad).



**Fig. 2** – Cuadrante de Miller (tomado de

<http://udocente.sespa.princast.es/documentos/ESPIROMETRIA/Guia%20Espirometria%20semFYC.pdf>).



**Límite inferior de la normalidad (LIN) y estandarización de los resultados:** para la espirometría los valores inferiores al percentil cinco se consideran inferiores al rango esperado debajo del límite inferior de la normalidad [LIN]). De no ser incluidos en las ecuaciones de predicción que proveen los espirómetros, los percentiles pueden ser calculados con el error estándar estimado (SEE, por su sigla en inglés) de la ecuación. El LIN es igual al valor predicho menos  $(1,645 \times \text{SEE})$ . De esta forma, para cada parámetro (FVC, FEV1, FEV1/FVC, PEF y FEF25-75%), y según el sexo, edad y altura, se obtendrá un LIN.<sup>(7,8)</sup>

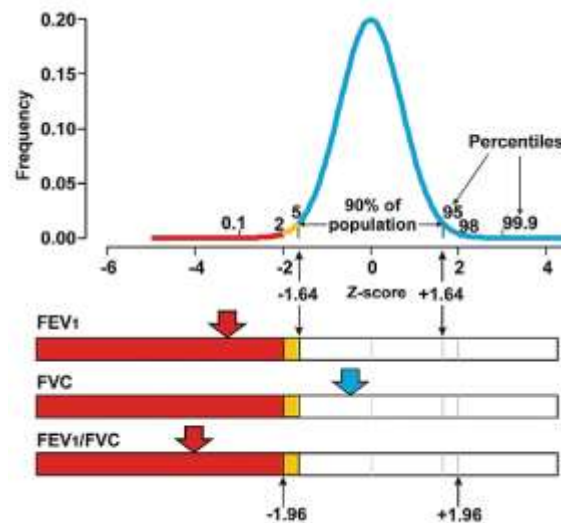
No obstante, este método presenta varios inconvenientes. La utilización de un determinado percentil – generalmente el 5– como límite inferior de normalidad es arbitraria. Este valor, sin fundamento fisiológico, es una arbitrariedad refrendada por la tradición estadística. La utilización del percentil 5 implica asumir de antemano el 5 % de error alfa (5 % de tasa de falsos positivos), pero también la existencia de un error beta (tasa de falsos negativos) desconocido. De este modo se desconoce la sensibilidad de la espirometría, que no aportaría información sobre la enfermedad pero sí sobre su ausencia.

La sensibilidad de este método a VR bajos, es baja. Por otra parte la estimación del percentil 5 como media presupone que el parámetro considerado se distribuye normalmente, lo cual no es aceptado por algunos autores. De ahí que los resultados pueden diferir según se considere la estimación del percentil cinco o el percentil cinco real de la muestra.

Si se estima el percentil cinco como la media menos “a” veces la dispersión, se pueden encontrar variaciones en ambos factores. Por un lado, aunque en general se recomienda la utilización del error estándar del estimado, algunos autores utilizan la desviación típica y otros el coeficiente de variación. El valor de “a” recomendado es habitualmente 1,645 (1,6449 o 1,65), correspondiente a una prueba de contraste unilateral. Referente a los parámetros espirométricos solo tienen significado patológico los valores anormalmente bajos, no los anormalmente altos, aunque algunos autores consideran que es 1,96 o 2 (correspondería a una prueba de contraste bilateral, en la que serían anormales los valores muy altos y muy bajos).

La estimación de estos resultados supone realizar cálculos más complejos que los que se realizan al hallar un porcentaje. Esto no siempre es posible, porque requiere un tiempo adicional y necesita del error estándar, no siempre disponible.<sup>(15-18)</sup>

**Z score y percentiles:** sería mejor informar los resultados con la escala z ( $z=x-\mu/\sigma$ ), donde x es el valor obtenido,  $\mu$  la media poblacional para las características antropométricas del sujeto y  $\sigma$  la desviación estándar (Fig. 3). El Z score permite interpretar las alteraciones y cambios funcionales con un número que es proporcional a  $\sigma$  ( $2\sigma$  es equivalente al percentil cinco).<sup>(6,14,24,25)</sup>



**Fig. 3** – Relación entre desviaciones estándar, Z-score y percentiles (tomado de <http://www.crfindia.com/UploadPDF/20130930021108364.pdf>).

En los últimos años se han publicado nuevas ecuaciones de referencia multiétnicas en un rango de edades entre ocho y 95 años. Para ello se utilizaron los resultados de 97 759 espirometrías hechas en 72 centros de 33 países.<sup>(24,26)</sup> Son de gran interés debido al amplio rango de edades que abarcan y su aplicación en poblaciones diferentes. Aunque no se comparan sus valores con los tradicionalmente utilizados en Cuba, constituyen un punto de partida para alcanzar la unificación internacional.

### Interpretación de la espirometría

La espirometría es útil tanto en el diagnóstico y valoración de la gravedad como en la monitorización de la progresión de las alteraciones ventilatorias. Su interpretación debe ser clara, concisa e informativa. La evaluación debe ser individualizada, de acuerdo a la representación gráfica y los valores numéricos.<sup>(13)</sup>

La espirometría es normal cuando sus valores son superiores al límite inferior del LIN. El valor del LIN



es de alrededor de 80 % del valor teórico del FEV1s, FVC y VC. Es decir, 0,7 para la relación FEV1s/FVC, y aproximadamente 60 % para el FEF25-75 % en sujetos menores de 65 años y de tallas normales.

La alteración ventilatoria obstructiva se define por la relación FEV1/FVC reducida (por debajo del LIN).<sup>(27,28)</sup> En la práctica clínica se ha impuesto, por su sencillez, la definición de obstrucción a partir de una relación FEV1s/FVC menor de 0,7. Pero este criterio es menos preciso y da lugar a falsos negativos en jóvenes y falsos positivos en ancianos.<sup>(7)</sup>

La gravedad de las alteraciones ventilatorias obstructivas se clasifica en función del valor del FEV1s, según las recomendaciones de la *American Thoracic Society* (ATS) y la *European Respiratory Society* (ERS), como se aprecia en la tabla 2. No obstante, existen clasificaciones específicas de enfermedad, como la propuesta por la *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD).<sup>(14,26)</sup>

**Tabla 2-** Clasificación de la gravedad de las alteraciones ventilatorias obstructivas de acuerdo al porcentaje del valor predicho del VEF1s

Nivel de gravedad	FEV1 (% valor de referencia)
Leve	>70%
Moderada	60-69 %
Moderadamente grave	50-59 %
Grave	35-49 %
Muy grave	<35 %

Fuente: Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi RE, et al.<sup>(13)</sup>

Estos puntos de corte para definir el estado de gravedad son arbitrarios.<sup>(7)</sup> Investigaciones actuales relacionan estos valores con el *Z score* como se comenta a continuación.<sup>(6)</sup>

### Relación porcentaje del predicho y escala Z

En la actualidad se trata de imponer una nueva clasificación, en la cual se relaciona el porcentaje del valor de referencia con una medida que expresa los resultados como desviaciones de la media (escala Z o *Z-score*) y renuncia al clásico porcentaje sobre el valor predicho. En este sentido, se debería abandonar la clasificación habitual del grado de obstrucción en función del porcentaje del FEV1s a favor de una expresión en forma de escala Z.<sup>(6)</sup>

La nueva clasificación propuesta (tabla 3) mantiene las asociaciones ya demostradas entre la gravedad



de la obstrucción y diversas variables como la mortalidad por cualquier causa. De esta forma se evita el sesgo inherente al uso del porcentaje del EV1. Sin embargo, aún no se ha evaluado en estudios prospectivos.<sup>(6)</sup>

**Tabla 3-** Nueva clasificación del grado de obstrucción basada en las desviaciones estándar respecto a la media (escala Z)

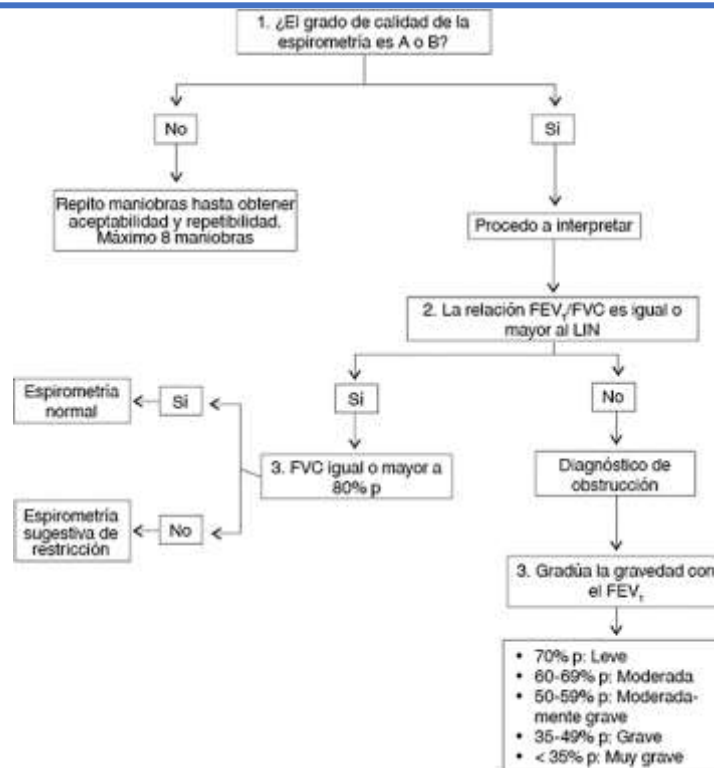
Grado de obstrucción	FEV1escala Z	% FEV
Leve	$\geq -2$	>70%
Moderada	-2,5 a -2	60-69%
Moderadamente grave	-3 a -2,5	50-59%
Grave	-4 a -3	35-49%
Muy grave	<-4	<35%

Fuente: López-Neyra A, Albi-Rodríguez S, Sanz-Santiago V, Urgellés-Fajardo E, Troyano-Rivas C, Villa-Asensi JR.<sup>(6)</sup> (modificada por el autor)

La alteración ventilatoria no obstructiva se define por la FVC reducida y una relación FEV1s/FVC por encima del LIN o del valor medio de referencia. Se debe sospechar un trastorno restrictivo cuando la FVC esté por debajo del LIN, la relación FEV1s/FVC supere su LIN, y la morfología de la curva flujo/volumen sea convexa. No obstante, solo es posible confirmar esta circunstancia si se observa reducción de la TLC (inferior al percentil cinco del valor de referencia).<sup>(29,30)</sup> La coexistencia de defectos obstructivos y no obstructivos en un paciente se define cuando la FVC y la relación FEV1s/FVC están por debajo de sus respectivos LIN.

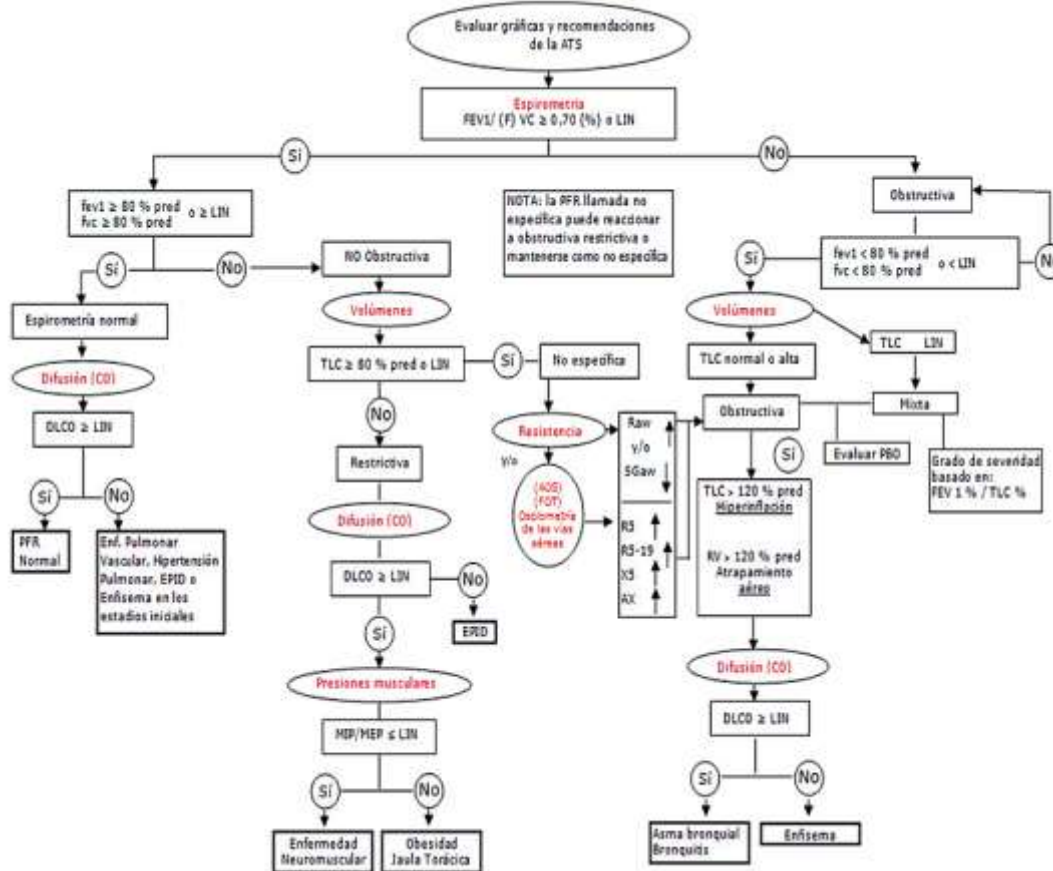
### Diferentes algoritmos de interpretación

En la literatura reciente aparecen varios algoritmos diagnósticos que difieren en los pasos a seguir, y en ocasiones utilizan el porcentaje del valor de referencia (VEF1s/CVF) o la relación porcentual entre estas dos variables, como se observa a continuación.<sup>(6,28-32)</sup>



**Fig. 4** – Algoritmo de interpretación de la espirometría utilizando el % VR y el LIN (tomado de [http://www.revistadepatologiaspiratoria.org/revistadepatologiaspiratoriadetalle\\_articulo.php?aid=705](http://www.revistadepatologiaspiratoria.org/revistadepatologiaspiratoriadetalle_articulo.php?aid=705)).

Jané y cols.<sup>(33)</sup> publicaron un algoritmo que utiliza los lineamientos indicados por la ATS, con recomendaciones y modificaciones basadas en la literatura internacional y adaptadas al contexto cubano (Fig. 5).



**Fig. 5** – Diagrama de flujo para interpretar las pruebas funcionales respiratorias (tomado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedfisreah/cfr-2016/cfr1611.pdf>). En color rojo se destacan los diferentes estudios y sus principales variables.

### Prueba broncodilatadora (PBD)

La prueba de reversibilidad de la limitación del flujo aéreo –denominada prueba de broncodilatación– consiste en la medición de la función pulmonar antes y después de administrar un broncodilatador de acción rápida.

El tipo de broncodilatador, la dosis y el momento de medir el efecto influyen sobre la respuesta. Se recomienda utilizar agonistas  $\beta$ 2-adrenérgicos de acción rápida (SABA, por su sigla en inglés) o bromuro de ipratropio, aunque se puede emplear formoterol debido a su inicio de acción rápido. Quince minutos después de la inhalación de salbutamol, o 30 minutos tras la inhalación de bromuro de ipratropio se debe realizar la segunda serie de maniobras espirométricas, con los mismos criterios de calidad y repetibilidad.<sup>(7,8)</sup>



De los índices para evaluar la respuesta broncodilatadora (tabla 4) los más comunes son: la variación en valor absoluto, el porcentaje de cambio sobre el valor basal, el porcentaje ponderado y el porcentaje de cambio sobre el valor predicho.<sup>(34-36)</sup>

**Tabla 4-** Fórmulas para medir la respuesta al broncodilatador

Parámetro	Fórmula	Criterios de PBD positiva
1) Variación de FEV1 en valor absoluto	$FEV1 \text{ postBD} - FEV1 \text{ preBD}$	$\geq 200 \text{ mL}$
2) Aumento porcentual de FEV1 respecto al valor basal	$\frac{FEV1 \text{ postBD} - FEV1 \text{ preBD}}{FEV1 \text{ preBD}}$	$\geq 15\%$
3) Porcentaje ponderado	$\frac{FEV1 \text{ postBD} - FEV1 \text{ preBD}}{(FEV1 \text{ postBD} + FEV1 \text{ PreBD})/2}$	$\geq 12\%$
4) Aumento porcentual del FEV1 respecto al teórico	$\frac{FEV1 \text{ postBD} - FEV1 \text{ preBD}}{FEV1 \text{ teórico}}$	$\geq 12\%$

Fuente: Documento de consenso sobre espirometría en Andalucía.<sup>(36)</sup>

Las tres primeras fórmulas tienen la ventaja de ser simples, pero el inconveniente de depender mucho del valor basal y no tener en cuenta las variables edad, sexo y estatura del paciente. La cuarta evita estos inconvenientes e incluye información sobre la existencia de obstrucción previa y posterior a la realización de la prueba broncodilatadora.

Se recomienda utilizar como criterio de reversibilidad, por su mayor sensibilidad, la mejoría del FEV1s o de la FVC  $\geq 12\%$  y  $\geq 0,2 \text{ L}$ .<sup>(4,6-8)</sup> La expresión del cambio como porcentaje del valor predicho normaliza el resultado para el sexo, el FEV1 inicial y la edad, y elimina el sesgo matemático (cuanto menor sea el FEV1s basal, mayor será el porcentaje de respuesta). No obstante, tiene menor sensibilidad, sobre todo en pacientes con función más deteriorada.

Se desaconseja el uso del FEF25-75 % o de los flujos instantáneos para valorar la reversibilidad. Aunque se ha descrito que el aumento de 20% en el PEF puede resultar indicativo de reversibilidad, no se recomienda su utilización para la valoración de la reversibilidad en los laboratorios de función pulmonar o cuando la prueba de reversibilidad se realice con finalidad diagnóstica.

La espirometría es una prueba en constante evolución. Debido a que en la actualidad no existe un método unificado para la interpretación de los resultados, es importante velar por la calidad en su ejecución, evitando los errores más comunes y su impacto en los resultados.<sup>(37,38)</sup>



A partir del hecho que el porcentaje del VR es el método más utilizado, se han propuesto varias soluciones. La primera es intentar que el método de los porcentajes tenga validez estadística, mediante su equiparación a otros métodos de interpretación.<sup>(6,15)</sup>

La segunda consiste en utilizar los porcentajes y el LIN en la práctica clínica habitual, y emplear otros métodos estadísticos solo cuando se precise expresar los parámetros espirométricos como medidas no sesgadas, o cuando se necesite relacionarlas con otras medidas.<sup>(16,17,39)</sup>

La tercera propone utilizar ambos métodos en la expresión de los resultados<sup>(6,40,41)</sup> –siendo prudentes al interpretarlos– y los valores de la espirometría en su contexto, sin que sea impedimento para avanzar hacia el futuro de la evaluación de la función pulmonar.<sup>(6)</sup>

## CONCLUSIONES

Se precisa prestar más atención, por parte de especialistas e investigadores cubanos al tema de las pruebas espirométricas. Ello implica incorporar más ecuaciones de predicción, consensuar un método de interpretación de los protocolos y elaborar guías de actuación de los laboratorios de pruebas funcionales respiratorias adaptadas al contexto cubano. En este sentido el presente trabajo aporta los parámetros necesarios para la interpretación de la espirometría en Cuba, según las ecuaciones de referencia y algoritmos de flujo utilizados internacionalmente.

### Conflictos de intereses

El autor declara que no existen conflictos de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vargas-Domínguez C, Gochicoa-Rangel L, Velázquez-Uncal M, Mejía-Alfaro R, Vázquez-García JC, Pérez-Padilla R, et al. Pruebas de función respiratoria, ¿cuál y a quién? Neumol Cir Torax [Internet]. Jun 2011 [citado 21 Oct 2017];70(2):101-17. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2011/nt112f.pdf>



2. Coates AL, Graham BL, McFadden RG, McParland C, Moosa D; Canadian Thoracic Society, et al. Spirometry in primary care. *Can Respir J* [Internet]. Feb 2013 [citado 21 Oct 2017];20(1):13-21. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3628641/pdf/crj20013.pdf>
3. Redlich CA, Tarlo SM, Hankinson JL, Townsend MC, Eschenbacher WL, Von Essen SG, et al. Official American Thoracic Society Technical Standards: spirometry in the occupational setting. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. Abr 2014 [citado 21 Oct 2017];189(8):983-93. Disponible en: <https://member.thoracic.org/statements/resources/eold/OccupSpiromTechStds.pdf>
4. Bercedo-Sanz A, Juliá-Benito JC, Úbeda-Sansano MI, Praena-Crespo MM; Grupo de Vías Respiratorias de la AEPap. Espirometría. En: AEPap, editor. *Curso de Actualización Pediatría 2015* [Internet]. Madrid: Lúa Ediciones 3.0; 2015. p. 371-82. [citado 21 Oct 2017]. Disponible en: <https://www.aepap.org/sites/default/files/cursoaepap2015p371-382.pdf>
5. Linares M. Diferencias en la realización e interpretación de la espirometría del preescolar y en el niño mayor. *Neumol Pediatr* [Internet]. 2014 [citado 21 Oct 2017];9(1):17-20. Disponible en: <http://www.neumologia-pediatria.cl/wp-content/uploads/2017/06/diferencias.pdf>
6. López-Neyra A, Albi-Rodríguez S, Sanz-Santiago V, Urgellés-Fajardo E, Troyano-Rivas C, Villa-Asensi JR. Interpretando la función pulmonar. Una perspectiva para el siglo XXI desde la neumología pediátrica. *Rev Patol Respir* [Internet]. 2015 [citado 21 Oct 2017];18(2):63-71. Disponible en: [http://www.revistadepatologiaspiratoria.org/revistadepatologiaspiratoria\\_detalle\\_articulo.php?aid=705](http://www.revistadepatologiaspiratoria.org/revistadepatologiaspiratoria_detalle_articulo.php?aid=705)
7. García-Río F, Calle M, Burgos F, Casan P, Del Campo F, Galdiz JB, et al. Espirometría. *Archbronconeumol* [Internet]. 2013 [citado 20 Oct 2017];49(9):388-401. Disponible en: <https://www.archbronconeumol.org/es-espirometria-articulo-S0300289613001178>
8. Calvo-Corbella E, Fernández-Revuelta A, González-Rey J, Lobo-Álvarez MA, Mascarós-Balaguer E, Molina-París J, et al. Guía de procedimiento para la espirometría en atención primaria [Internet]. Barcelona: semFYC; 2016. [citado 20 Oct 2017]. Disponible en: <http://udocente.sespa.princast.es/documentos/ESPIROMETRIA/Guia%20Espirometria%20semFYC.pdf>
9. Crapo RO, Hankinson JL, Irvin C, MacIntyre NR, Voter KZ, Wise RA et al. Standardization of spirometry: 1994 Update. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(3):1107-36.
10. Jing JY, Huang TC, Cui W, Xu F, Shen HH. Should FEV1/FEV6 replace FEV1/FVC ratio to detect



airway obstruction? A metaanalysis. *Chest*. Abr 2009;135(4):991-8.

11. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. [Internet]. Ago 2005 [20 Oct 2017];26(2):319-38. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/26/2/319.full.pdf>

12. Levy ML, Quanjer PH, Booker R, Cooper BG, Holmes S, Small I; General Practice Airways Group. Diagnostic spirometry in primary care: Proposed standards for general practice compliant with American Thoracic Society and European Respiratory Society recommendations. *Prim Care Resp J*. [Internet]. Sep 2009 [citado 21 Sep 2015];18(3):130-47. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/pcrj200954.pdf>

13. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J* [Internet]. Nov 2005 [citado 1 Oct 2016];26(5):948-68. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/26/5/948.full.pdf>

14. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver B, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-year age range: The global lung function 2012 equations. *Eur Respir J* [Internet]. Dic 2012 [citado 31 Oct 2015];40(6):1324-43. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/40/6/1324.full.pdf>

15. Díez-Herranz A, Tobal-González M. La interpretación de la espirometría: ¿dónde nos encontramos? *Arch Bronconeumol*. Nov 1996;32(9):475-82.

16. Díez-Herranz A, Para-Cabello J, Fernández-Rodríguez ML. Validación de diversos criterios de interpretación de la espirometría forzada. Estudio preliminar. *Arch Bronconeumol*. Oct 1994;30(8):418-9.

17. Benítez-Pérez R, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Del-Río-Hidalgo, RF, Pérez-Padilla R, Vázquez-García JC, et al. Espirometría: recomendaciones y procedimiento. *Neumol. cir. torax* [Internet]. Jun 2016 [citado 27 Jul 2017];75(2):173-90. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/nct/v75n2/0028-3746-nct-75-02-00173.pdf>

18. Díez-Herranz A. Espirometría. Valores de referencia. Estandarización. [Internet]. Valladolid: Gabinete Médico López Gómez; 2013 [citado 21 Oct 2017]. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/54295816/espirometria-teoricos>

19. Hernández-Najarro R, Galano-Leblanch A, Valenti-Pérez J, Razón-Behar R, Sistas-Vega V, Díaz-Castrillo O, et al. Construcción de tablas de valores de pruebas funcionales respiratorias según edad,



talla y peso en niños cubanos. Rev Cubana Pediatr. Oct 1990;62(5):652-65.

20. Jané-Lara A, Reyes-Hernández D, Clúa-Calderín A, Álvarez-Herrera T, Machado-Molina D, Dalcourt-César A. Ecuaciones de predicción derivadas de la espirometría en hombres sanos no fumadores. Rev Cub Med Mil [Internet]. Dic 2002 [citado 4 Dic 2017];31(4):[aprox. 7 p.] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572002000400004&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572002000400004&script=sci_arttext&tlng=pt)

21. Rodríguez-González A, Lorenzo-Rubio JL, Ramírez-González C, Martínez-Rodríguez M, López-Vidaurreta J. Tablas de valores normales de algunas pruebas funcionales respiratorias. Medicentro [Internet]. 1998 [citado 20 Oct 2017];2(3):[aprox. 11 p.]. Disponible en: <http://www.medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/download/2390/1991>

22. Hechavarría-Miyares JH, Kuper-Herrera S, Granda-Ibarra A, Rodríguez-García R, Linares-Fleites G, Sistachs-Vega V, et al. Tablas para la interpretación de los resultados espirométricos en la población laboral del Municipio Puerto Padre, Cuba. Salud de los Trabajadores [Internet] Jul 2001 [citado 1 Ago 2017];9(2):87-99. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Maria\\_Pastor\\_Arango/publication/318795575\\_Tablas\\_para\\_la\\_interpretacion\\_de\\_los\\_resultados\\_espirometricos\\_en\\_la\\_poblacion\\_laboral\\_del\\_Municipio\\_Puerto\\_Padre\\_Cuba/links/597f7cf6458515687b4ba837/Tablas-para-la-interpretacion-de-los-resultados-espirometricos-en-la-poblacion-laboral-del-Municipio-Puerto-Padre-Cuba.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria_Pastor_Arango/publication/318795575_Tablas_para_la_interpretacion_de_los_resultados_espirometricos_en_la_poblacion_laboral_del_Municipio_Puerto_Padre_Cuba/links/597f7cf6458515687b4ba837/Tablas-para-la-interpretacion-de-los-resultados-espirometricos-en-la-poblacion-laboral-del-Municipio-Puerto-Padre-Cuba.pdf)

23. Colunga-Salazar C, Almiral-Collazo JJ. Evaluación computacional de la curva de espiración forzada en pacientes asmáticos. Rev Cub Inv Biom. 1986;5(3):383-90.

24. Ben-Salah N, Bejar D, Snène H, Ouahchi Y, Mehiri N, Louzir B. The Z-score: A new tool in the interpretation of spirometric data. Tunis Med [Internet]. Sep 2017 [citado 27 Jul 2018];95(8-9):767-71.

Disponible en: <https://www.latunisiemedicale.com/article-medicale-tunisie.php?article=3289&Codelang=en>

25. Vaz-Fragoso CA, Gill TM, McAvay G, Van-Ness PH, Yaggi HK, Concato J. Evaluating respiratory impairment in middle-aged persons using lambda-mu-sigma derived z-scores. Respir Care [Internet]. Nov 2011 [citado 1 Ago 2017];56(11):1771-7. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/content/respcare/56/11/1771.full.pdf>

26. Vogelmeier CF, Criner GJ, Martinez FJ, Anzueto A, Barnes PJ, Bourbeau J, et al. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease 2017 Report. GOLD Executive Summary. Am J Respir Crit Care Med [Internet]. Mar 2017 [citado 1 Ago



2017];195(5):557-82. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1164/rccm.201701-0218PP>

27. Culver BH. How should the lower limit of the normal range be defined? Respir Care [Internet]. Ene 2012 [citado 1 Ago 2017];57(1):136-45. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/content/57/1/136/tab-pdf>

28. Hankinson JL, Eschenbacher B, Townsend M, Stocks J, Quanjer PH. Use of forced vital capacity and forced expiratory volume in 1 second quality criteria for determining a valid test. Eur Respir J [Internet.] May 2015 [citado 31 Oct 2017];45(5):1283-92. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/45/5/1283.full.pdf>

29. Control Disease Center. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). Respiratory Health. Spirometry procedures manual. [Internet]. Hyattsville: CDC; 2011 [citado 31 Oct 2017]. Disponible en: [http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes\\_11\\_12/spirometry\\_procedures\\_manual.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_11_12/spirometry_procedures_manual.pdf)

30. Van Dijk W, Tan W, Li P, Guo B, Li S, Benedetti A; CanCOLD Study Group, et al. Clinical Relevance of fixed ratio vs lower limit of normal of FEV1/FVC in COPD: patient-reported outcomes from the CanCOLD cohort. Ann Fam Med [Internet]. Feb 2015 [citado 31 Oct 2017];13(1):41-8. Disponible en: <http://www.annfammed.org/content/13/1/41.full.pdf>

31. Romero de Ávila-Cabezón GR, González-Rey J, Rodríguez-Estévez C, Timiraos-Carrasco R, Molina-Blanco A, Galego-Riádigos MI, et al. Las 4 reglas de la espirometría. Cad Aten Primaria. [Internet]. 2014 [citado 31 Oct 2017];20(1):7-50. Disponible en: <http://www.agamfec.com/wp/wp-content/uploads/2014/07/20-7-50-het.pdf>

32. Cimas-Hernando JE, Pérez-Fernández J. Ideap. Técnica e interpretación de la espirometría en atención primaria. Programa de formación [Internet]. 2003 [citado 27 Jul 2017]. Disponible en: [http://www.samfyc.org/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=234&Itemid=56](http://www.samfyc.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=234&Itemid=56)

33. Jané-Lara A, Lima-Abascal MI, Machado-Molina D, Sánchez-de la Osa RB, Arnet-Calvo M. Interpretación de las pruebas funcionales respiratorias por diagrama de flujo. Algoritmo diagnóstico. Rev Cub Med Fis y Rehab [Internet]. 2016 [citado 31 Oct 2017];8(1):138-42. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedfisreah/cfr-2016/cfr1611.pdf>

34. Global Initiative for Asthma. Online Appendix. Global Strategy for Asthma Management and Prevention 2016 [Internet]. Fontana: GINA; 2016 [citado 1 Oct 2017]. Disponible en:



<https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2016/04/GINA-Appendix-2016-final.pdf>

35. Comité Ejecutivo de la GEMA, editores. Guía Española para el Manejo del Asma (GEMA) 4.2. [Internet.] Madrid: Luzán 5; 2017 [citado 29 Oct 2018]. Disponible en: [https://www.semfyec.es/wp-content/uploads/2017/05/GEMA\\_4.2\\_final.pdf](https://www.semfyec.es/wp-content/uploads/2017/05/GEMA_4.2_final.pdf)

36. Álvarez-Gutiérrez FJ, Barchilón-Cohen V, Casas-Maldonado M, Compán Bueno MV, Entrenas Costa LM, Fernández Guerras, et al. Documento de consenso sobre espirometría en Andalucía. SEMERGEN - Medicina de Familia [Internet]. Nov 2009 [citado 31 Oct 2017];35(9):457-68. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/1-s2.0-S113835930972845X/first-page-pdf>

37. Minasian AG, Van den Elshout FJ, Dekhuijzen PN, Vos PJ, Willems FF, Van den Bergh PJ, et al. COPD in chronic heart failure: less common than previously thought? Heart Lung [Internet]. Oct 2013 [citado 1 Ago 2017];42(5):365-71. Disponible en: [https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0147956313002422.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0147956313002422.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

38. Guder G, Brenner S, Angermann CE, Ertl G, Held M, Sachs AP, et al. GOLD or lower limit of normal definition? A comparison with expert-based diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease in a prospective cohort-study. Respir Res [Internet]. Feb 2012 [citado 31 Oct 2017];13(1):[aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://respiratory-research.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1465-9921-13-13>

39. Quanjer PH, Pretto JJ, Brazzale DJ, Boros PW. Grading the severity of airways obstruction: new wine in new bottles. Eur Respir J. [Internet]. Feb 2014 [citado 31 Oct 2017];43(2):505-12. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/43/2/505.full.pdf>

40. Braun L, Wolfgang M, Dickersin K. Defining race/ethnicity and explaining difference in research studies on lung function. Eur Respir J. [Internet]. Jun 2013. [citado 31 Oct 2017];41(6):1362-70. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/41/6/1362.full.pdf>

41. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Garantía de calidad de la espirometría: los errores más comunes y su impacto en los resultados de la prueba [Internet]. Cincinnati: NIOSH; 2012 [citado 31 Oct 2017]. Disponible en: [http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2012-116\\_sp/pdfs/2012-116\\_sp.pdf](http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2012-116_sp/pdfs/2012-116_sp.pdf)