

## Uso de los valores de referencia de la función pulmonar

### Use of lung function reference values

Damaris Reyes Hernández<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2751-4231>

<sup>1</sup>Hospital Militar Central “Dr. Carlos J. Finlay”. La Habana, Cuba.

\*Correspondencia. Correo electrónico: [damarisrh@infomed.sld.cu](mailto:damarisrh@infomed.sld.cu)

#### RESUMEN

**Introducción:** La espirometría, también conocida como prueba funcional ventilatoria, es una de las pruebas no invasivas que con más frecuencia se realiza en todo el mundo, para el estudio del aparato respiratorio, es de gran utilidad clínica, permite establecer la existencia de alteraciones funcionales incipientes del sistema respiratorio.

**Objetivo:** Realizar una actualización del estado del conocimiento acerca de la importancia de contar con valores de referencia, en cada país, para el estudio de la función pulmonar.

**Métodos:** Se realizó una revisión, con información actualizada del comportamiento de los valores de referencia de las pruebas funcionales ventilatorias en el mundo y en Cuba.

**Conclusión:** Se concluye enfatizando en la necesidad de aplicar ecuaciones de predicción y valores de referencia de la función ventilatoria a partir de la propia población que se estudie, con lo que se obtienen resultados más cercanos a lo real. Además, lograr contar con tablas de normalidad cubanas de la función pulmonar para un mejor diagnóstico y conducta posterior.

**Palabras clave:** espirometría; valores de referencia; función pulmonar.

## ABSTRACT

**Introduction:** Spirometry, also known as a ventilatory functional test, is one of the non-invasive tests that is most frequently performed worldwide, for the study of the respiratory system, it is of great clinical utility, it allows establishing the existence of functional alterations incipients of the respiratory system.

**Objective:** To update the state of knowledge about the importance of having reference values, in each country, for the study of lung function.

**Methods:** A review was carried out, with updated information on the behavior of the reference values of the ventilatory functional tests in the world and in Cuba.

**Conclusion:** It is concluded by emphasizing the need to apply prediction equations and reference values of the ventilatory function from the population under study, which results closer to the real. In addition, to have Cuban normality tables of lung function for a better diagnosis and subsequent behavior.

**Keywords:** Spirometry; reference values; lung function.

Recibido: 20/11/2019

Aprobado: 19/02/2020

## INTRODUCCIÓN

La evaluación funcional respiratoria incluye un grupo de pruebas con diferentes grados de rendimiento diagnóstico, la espirometría, también conocida como Prueba Funcional Ventilatoria (PFV), es un estudio simple, sin riesgo y reproducible; es una de las pruebas no invasivas que con más frecuencia se realiza en todo el mundo para el estudio del aparato respiratorio, es el examen que permite la medición de volúmenes, capacidades y flujos pulmonares.<sup>(1,2)</sup>

Permite establecer la existencia de alteraciones funcionales incipientes del sistema respiratorio, confirmar un diagnóstico de sospecha de una enfermedad respiratoria o determinar el grado de afectación si esta existe, se utilizan con fines preventivos epidemiológicos, objetivar la gravedad de un trastorno funcional, establecer la necesidad de tratamiento o la respuesta, determinar el origen de la disnea, tos o

---

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Bajo licencia Creative Commons

sibilancias, evaluar el riesgo de exposición laboral<sup>(3,4,5)</sup> en el período preoperatorio evaluar el riesgo anestésico y/ o quirúrgico.

El análisis y la interpretación correcta de sus resultados están basados en la comparación de los valores hallados al paciente con otros valores previamente establecidos como normales o valores de referencia que se obtienen a partir de ecuaciones de predicción.<sup>(6,7,8)</sup>

Otras pruebas diagnósticas, como los análisis de sangre, los valores normales son independientes de las características antropométricas del paciente.<sup>(9)</sup> Sin embargo, en las pruebas de función pulmonar estos valores normales, sí dependen de las características antropométricas de los pacientes (sexo, edad, talla, peso), de la ubicación geográfica, la nutrición y la exposición ambiental.<sup>(10,11,12,13,14)</sup>

Se utilizó como método, la búsqueda bibliográfica en varias bases de datos PubMed, Scopus, Cochrane Library, Clinical Key y SciELO. En la búsqueda inicial se tienen en cuenta la mayoría de los artículos con menos de 10 años y textos de revisión con información sobre los valores de referencia de la función pulmonar.

Se trazó como objetivo, realizar una revisión bibliográfica del uso de los valores de referencia para el estudio de la función pulmonar y cómo se desarrolla este fenómeno en el mundo y en Cuba.

## DESARROLLO

### Valores de referencia

En la literatura internacional múltiples han sido las ecuaciones y tablas publicadas de valores de referencia de la función pulmonar dependientes de variables corporales, valores que se conocen como de predicción, preestablecidas o “predichos”, tanto para las PFV,<sup>(15,16,17,18,19)</sup> como para otros estudios de la función pulmonar como el test de marcha de 6 minutos.<sup>(20,21,22,23,24)</sup>

En Cuba, se han reportado pocos trabajos sobre ecuaciones de predicción y valores de referencia de las pruebas funcionales ventilatorias.<sup>(25,26)</sup>

Los equipos electrónicos que existen en el país utilizan en su microprocesador tablas de normalidad y ecuaciones de regresión hechas con muestras poblacionales de las más diversas latitudes, con características raciales, climáticas y socioeconómicas diversas, lo que trae como consecuencia que los

resultados de la población cubana al compararlos con esos valores predictivos foráneos puedan dar valores porcentuales erróneos e incidan en diagnósticos incorrectos.

Se recomienda que cada país y hasta que cada laboratorio de PFV tenga sus propias ecuaciones de regresión, pero mientras tanto no se hagan trabajos grandes de este tipo, la ATS (*American Thoracic Society*)<sup>(27)</sup> recomienda que se deben tomar entre 20 a 40 sujetos y de ellos obtener ecuaciones de normalidad y confrontarlas con las que más se parezcan a las aceptadas en la literatura para tomar la más parecida como referencia.

### **Principales variables para interpretar una espirometría**

Los resultados de la espirometría practicada a un sujeto se expresan a través de variables espirométricas. El FEV1, la FVC, la relación FEV1/FVC y el FEF25-75 % son los más utilizados por ser suficientes para una correcta interpretación de la misma.<sup>(28,29,30,31)</sup>

Capacidad vital forzada (FVC): Es el máximo aire que puede ser espirado de forma forzada tras una inspiración máxima, es un indicador de capacidad pulmonar.

Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1): Es el volumen de aire exhalado durante el primer segundo de la maniobra de espiración forzada, mide el flujo de la vía aérea central, presenta una excelente reproducibilidad y especificidad, por lo que es uno de los parámetros más adecuados para seguir la evolución de los pacientes. En individuos sanos, el FEV1 crece desde la infancia hasta alcanzar un máximo hacia los 25 años. A partir de ese momento, el FEV1 decrece a razón de unos 25 ml cada año, existe una relación inversamente proporcional (a mayor edad, menor FEV1). En algunos pacientes fumadores, el FEV1 puede disminuir el doble anualmente.<sup>(32,33,34)</sup>

Relación FEV1/FVC (FEV1 %): Es el porcentaje de la FVC que se espira durante el primer segundo de la maniobra de espiración forzada. Se representa como FEV1 % o FEV1/FVC. Es el indicador espirométrico más sensible de obstrucción bronquial.

Flujo espiratorio forzado entre el 25 % y el 75 % de la FVC (FEF25 %-75 %): Es el flujo de aire expulsado entre el 25 % y el 75 % de la FVC, refleja el estado de las pequeñas vías aéreas (aquellas con un diámetro inferior a 2 mm).

### **Cálculo de los valores de referencia**

Antes de interpretar una espirometría es necesario valorar si reúne requisitos mínimos de calidad según los criterios de control de calidad recomendados por la ATS/ERS.<sup>(27,35)</sup>

Tras la realización de la espirometría se debe proceder a su interpretación, de acuerdo con unos valores considerados como normales, la misma se basa en la comparación de los valores obtenidos por un paciente con los que teóricamente le corresponderían a un individuo sano de sus mismas características antropométricas, en lo que se ha dado en llamar “corrección por el tamaño”. Este valor teórico o valor 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>(36,37,38,39)</sup>

El método ideal para el cálculo de los VR sería tener una muestra suficientemente grande de individuos sanos que cumplan unas determinadas características antropométricas, se calcula para esa muestra la media y la desviación típica, de modo que obtendríamos para cada paciente su valor de referencia correspondiente según sus características antropométricas.<sup>(40)</sup>

Sin embargo, este método no es aplicable (se necesitaría un elevado número de muestras representativas, para ambos sexos, de todas las combinaciones posibles de edad y altura), de modo que en la práctica se realizan los análisis en una muestra de un tamaño suficientemente amplio que recoja, para cada sexo, pacientes de diversas características antropométricas, hallándose las ecuaciones de regresión múltiple escalonada correspondientes. La utilización de ecuaciones de referencia supone asumir que un determinado parámetro funcional se distribuye de manera simétrica alrededor de la media, y que la varianza es homogénea en todo el rango de todas las variables explicativas consideradas.<sup>(35,41,42,43)</sup>

En contra de lo que cabría esperar, no existe uniformidad en cuanto a las diferentes EP utilizadas habitualmente y los VR que se estiman a partir de las mismas, de modo que estos valores pueden variar ampliamente de acuerdo con las ecuaciones utilizadas y pueden llevar a variaciones significativas en la interpretación de la espirometría<sup>(44)</sup> (tabla 1).

**Tabla 1** - Valores predichos para FEV<sub>1</sub> y FVC en varones de 1,70 m de altura, derivadas de diferentes ecuaciones de referencia

Edad	FVC					FEV <sub>1</sub>				
	Morris	Cherniack	Crapo	Knudson	ECCS	Morris	Cherniack	Crapo	Knudson	ECCS
20	5,17	4,63	5,11	4,96	4,93	4,25	4,13	4,35	4,20	4,14
30	4,92	4,49	4,90	4,66	4,67	3,92	3,90	4,11	3,91	3,83
40	4,67	4,35	4,69	4,36	4,41	3,60	3,67	3,87	3,62	3,52
50	4,42	4,21	4,48	4,06	4,15	3,29	3,44	3,63	3,33	3,21
60	4,17	4,07	4,27	3,76	3,89	2,97	3,21	3,39	3,04	2,90
70	3,92	3,93	4,06	3,46	3,63	2,65	2,98	3,15	2,75	2,59
80	3,67	3,79	3,85	3,16	3,37	2,33	2,75	2,91	2,48	2,28

Se han descrito múltiples factores que pueden intervenir: Diferentes criterios de selección de las poblaciones de referencia, diferentes rangos de edad, importancia de otras variables antropométricas distintas a las empleadas habitualmente, diferencias estructurales no relacionadas con características antropométricas medibles, hábito tabáquico, raza y origen étnico (se incluyen matrimonios interracial), región geográfica (hábitat rural vs. urbano, altura sobre el nivel del mar, existencia de migraciones), exposición ambiental, nivel de entrenamiento, estado nutricional, nivel socioeconómico, profesión, variabilidad inherente a la prueba o a la técnica, diferencias metodológicas en cuanto a la realización de la prueba (equipo, procedimiento) como al análisis de los datos.<sup>(45)</sup>

En general se recomienda utilizar valores de referencia obtenidos en el propio laboratorio de función pulmonar (lo que de hecho es realizado por algunos autores), siempre que sea posible,<sup>(46,47,48,49)</sup> o en su defecto aquel conjunto de ecuaciones de predicción que mejor se ajuste al área geográfica, a tal fin, se seleccionaría una muestra de individuos sanos en los que se ensayarían las diferentes ecuaciones, se escoge la que mejor se ajuste a los pacientes estudiados y que se haya elaborado con una metodología similar a la usada en el propio laboratorio de función pulmonar.

Sin embargo, con frecuencia esto no es posible, y hay que utilizar otras que corresponden a poblaciones que probablemente no son homogéneas respecto a la población que se estudia, y que permiten obtener resultados distintos; en este sentido.<sup>(50,51,52)</sup>

Cuando se realiza una espirometría se pretende determinar si los valores obtenidos por el paciente se encuentran o no dentro del rango de la normalidad, y, en caso de no estarlo, cuánto se desvían del valor de referencia. Para ello se dispone básicamente de dos métodos de expresión de los resultados, el del

porcentaje del valor de referencia y el de los residuos estandarizados (RE). Con ellos se pretende tener un dato que sea comparable y que signifique lo mismo para todos los pacientes y en todos los contextos. A esto se le denomina “estandarización” en relación con los valores de referencia.<sup>(53)</sup>

La estandarización de los valores de referencia, o utilización del método de los residuos estandarizados, presenta varias ventajas respecto al método del porcentaje del VR, que hacen recomendable su utilización: Permite utilizar toda la información disponible acerca de una población (media y dispersión), y está libre de sesgos; además, al considerar la variabilidad de los parámetros funcionales en la población, para los parámetros con mayor variabilidad hará falta un cambio mayor para considerar un dato como anormal (es decir, tiene una elevada especificidad).<sup>(27,36)</sup>

Al asumir que el método de los residuos estandarizados es el único correcto para la interpretación de los resultados, pero si se tiene en cuenta que el del porcentaje del VR es el más utilizado,<sup>(54)</sup> se han propuesto varias soluciones de compromiso entre los diversos métodos para estandarizar la expresión de los resultados de la espirometría, como serían:

- Intentar dar validez estadística al método de los porcentajes, equiparándolo al de los residuos estandarizados. A pesar del avance que pueden suponer, estos métodos presentan el inconveniente de precisar validación para otras poblaciones y otras ecuaciones de predicción.
- Utilizar porcentajes en la práctica clínica habitual, y residuos cuando se precise expresar los parámetros espirométricos con una medida no sesgada o cuando se precise relacionar ésta con otras medidas.
- Utilizar ambos métodos en la expresión de los resultados, aunque sólo se utilice el de los residuos estandarizados para interpretar la espirometría.<sup>(44)</sup>

Los estudios realizados en diversas poblaciones han mostrado diferencias importantes en los parámetros de la espirometría, según las diferentes etnias.

Con base en estos hallazgos, los estamentos de la *American Thoracic Society*, la *European Respiratory Society* y la *European Community for Coal and Steel* coinciden en recomendar que cada laboratorio de fisiología pulmonar establezca cuál de los modelos de pronóstico de parámetros de la espirometría generados y reconocidos en la literatura mundial, es el más idóneo para predecir los valores esperados

de la función pulmonar de su población de cobertura y, en caso necesario (por ejemplo, cuando no se obtiene una buena predicción con los modelos existentes), dichas sociedades científicas recomiendan generar nuevos valores de referencia de su población de cobertura.<sup>(41,55,56,57)</sup>

En Cuba, existe una gran variedad étnica y un alto nivel de mestizaje, razón por la cual los valores de referencia para parámetros de la función pulmonar, aplicables a caucásicos o personas de raza negra, se consideran poco válidos para ser aplicados objetivamente en la interpretación de las pruebas de función pulmonar de la población cubana, sin embargo, en el país, no se cuenta con modelos previamente validados para la predicción de valores de referencia de estos parámetros, ni con estudios conducentes a identificar cuál o cuáles de los modelos propuestos en la literatura son válidos para ser usados en la interpretación de la espirometría. Por esta razón, la mayoría de los laboratorios de fisiología pulmonar del país continúan con el uso para la interpretación de la espirometría y de la curva de flujo volumen de la población adulta, varias ecuaciones de referencia, la mayoría incorporadas a los microprocesadores de los espirómetros, entre las que se pueden citar a las establecidas por *Knudson*,<sup>(15)</sup> *Morris*,<sup>(16)</sup> *Quanjer*,<sup>(17)</sup> *Crapo*.<sup>(18)</sup>

Estos modelos fueron recomendados inicialmente por la *American Thoracic Society* para obtener valores de referencia. Sin embargo, varios estudios han demostrado que carecen de aplicabilidad en algunas poblaciones en las que se han evaluado metódicamente.<sup>(58,59)</sup>

Esta limitación para la correcta interpretación de la espirometría y la curva de flujo volumen, deja abierta la posibilidad de una errónea clasificación del estado de un individuo como “sano” o “enfermo” en un número importante de sujetos.

Por lo que se concluye enfatizando en la necesidad de aplicar ecuaciones de predicción y tablas de valores de referencia de la función ventilatoria a partir de la propia población cubana, con lo que se logran resultados más cercanos a lo real. Además, lograr la aplicación de las tablas de normalidad cubanas de la función pulmonar, contribuye a mejorar la calidad de vida y la atención médica de excelencia, con un mejor desempeño social y laboral, lo que permite desarrollar los objetivos científicos y técnicos priorizados por el sistema de salud cubano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García-Río F, Calle M, Burgos F, Csn P, el Cmpo F, Gldiz JB, et al. Spirometry. Spanish Society of Pulmonology and Thoracic Surgery (SEPAR). Arch Bronconeumol. 2013[acceso:24/01/2019];49(9):388-401. Disponible en: <http://www.archbronconeumol.org/en-spirometry-articulo-S1579212913001341>
2. Gutiérrez CM, Beroíza WT, Borzone TG, Caviedes SI, Céspedes GJ, Gutiérrez NM, et al. Espirometría: Manual de procedimientos. Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias, 2006. Rev Chil Enferm Respir. 2007[acceso:24/01/2019];23(1):31-42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482007000100005>
3. Torre-Bouscoulet L. La evaluación funcional respiratoria en medicina ocupacional. Neumol Cir Torax. 2016 [acceso:24/01/19];75(4):260-2. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S002837462016000400260&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S002837462016000400260&script=sci_arttext)
4. Martínez-López Elkin, Díaz-Valencia Paula A. Respirar aire contaminado es tan nocivo como fumar cigarrillo. Rev Salud Pú. 2015[acceso: 24/01/2019];17(3):365-78. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642015000300005&lng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642015000300005&lng=es)
5. González N, Díaz SL, Wilches MR, Franky MP, Méndez C, Herrera AR. Valoración mediante espirometría de mineros del carbón de Paipa, Colombia. Biomédica. 2017 [acceso: 24/01/2019];37(4):498-506. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.3364>
6. Gáldiz JB, Martínez Llorens J. Nuevos valores espirométricos de referencia. Arch Bronconeumol. 2013[acceso:24/01/2019];49:413-4. Disponible en: <http://www.archbronconeumol.org/es-pdf-S0300289613000963>
7. Benítez-Pérez RE, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Del-Río-Hidalgo RF, Pérez-Padilla R, Vázquez-GarcJC, et al. Espirometría: recomendaciones y procedimiento. Neumol Cir Torax. 2016[acceso: 24/01/2019];75(2):173-190. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0028-37462016000200173&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462016000200173&lng=es)
8. Miller MR, Pincock AC. Predicted values: how should we use them? Thorax. 1988 [acceso:24/01/2019];43:265-7. Disponible en: <http://thorax.bmj.com/content/thoraxjnl/43/4/265.full.pdf>

9. Stanojevic S, Quanjer P, Miller M, Stocks J. The Global Lung Function Initiative: dispelling some myths of lung function test interpretation. *Breathe*. 2013[acceso: 24/01/2019]; 9: 462-74. Disponible en: <http://breathe.ersjournals.com/content/9/6/462>
10. González NM, Rubiano GH, Wilches MR, Franky MP, Niño CA. Modelo predictivo para volumen espirado forzado en el primer segundo VEF1 –en función de la edad– para la población minera del municipio de Samacá, Boyacá. *Ciencia & Salud*. 2014[acceso: 24/01/2019];3(9):37-43. Disponible en: <http://revistas.usc.edu.co/index.php/CienciaySalud/article/viewFile/413/367>
11. He QC, Lioy PJ, Wilson WE, Chapman RS. Effects of air pollution on children’s pulmonary function in urban and suburban areas of Wuhan, People’s Republic of China. *Arch Environ Health*. 1993[acceso: 24/01/2019];48:382-91. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8250589>
12. Rojas MX, Dennis RJ. Valores de referencia para parámetros de espirometría en la población adulta residente en Bogotá, D.C., Colombia. *Biomédica*. 2010[acceso: 24/01/2019];30(1):82-94. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v30n1/v30n1a11.pdf>
13. Harik-Khan RI, Muller DC, Wise RA. Racial difference in lung function in African-American and white children: effect of anthropometric, socioeconomic, nutritional, and environmental factors. *Am J Epidemiol*. 2004[acceso: 24/01/2019];160(9):893-900. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/aje/kwh297>
14. Quintero C, Bodin L, Andersson K. Reference spirometric values in healthy Nicaraguan male workers. *Am J Ind Med*. 1996[acceso: 24/01/2019]; 29(1):41-8. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/%28SICI%291097-0274%28199601%2929%3A1%3C41%3A%3AAID-AJIM6%3E3.0.CO%3B2-1>
15. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Respir Dis*. 1983[acceso: 24/01/2019];127:725-34. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1164/arrd.1983.127.6.725>
16. Morris JF, Koski A, Johnson LC. Spirometric standars for healthy nonsmoking adults. *Am Rev Respir Dis*. 1971;103:57-67.
17. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pederson OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows: Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J*

Suppl. 1993[acceso: 24/01/2019];16:5-40. Disponible en:

[http://erj.ersjournals.com/content/6/Suppl\\_16/5](http://erj.ersjournals.com/content/6/Suppl_16/5)

18. Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Respir Dis*. 1981[acceso: 24/01/2019];123:659-64.

Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1164/arrd.1981.123.6.659>

19. 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*.

2012[acceso:24/01/2019]; 40:1324-43. Disponible en:

<http://www.fundaciontorax.org.ar/page/index.php/epoc-medicos/543-valores-espirometricos-de-referencia-multietnicos-para-el-rango-de-edad-entre-3-y-95-anos-ecuaciones-2012-de-funcion-pulmonar-global>

20. González NF, Anchique CV, Rivas AD. Test de caminata de 6 minutos en pacientes de rehabilitación cardiaca de altitud moderada. *Rev Colomb Cardiol*. 2017[acceso: 24/01/19];24(6):626-

32. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563317300128>

21. Salbach NM, O'Brien KK, Brooks D, Irvin E, Martino R, Takhar P, et al. Reference values for standardized tests of wal-king speed and distance: a systematic review. *Gait Posture*. 2015[acceso:

24/01/2019];41:341-60. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es#!/content/playContent/1-s2.0-S0966636214007280?returnurl=https%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0966636214007280%3Fshowall%3Dtrue&referrer=https%2F%2Fwww.ncbi.nlm.nih.gov>

22. Blais S, Berbari J, Counil FP, Dallaire F. A systematic review of reference values in Pediatric Cardiopulmonary Exercise Testing. *Pediatric Cardiol*. 2015[acceso:20/02/2019]; 36(8):1553-64.

DOI:10.1007/s00246-015-1205-6

23. Watanabe FT, Koch VH, Juliani RC, Cunha MT. Six-minute walk test in children and adolescents with renal diseases: tolerance, reproducibility and comparison with healthy subjects. *Clinics (Sao Paulo)*. 2016[acceso: 20/02/2019]; 71(1):22-7. Disponible en:

[http://dx.doi.org/10.6061/clinics/2016\(01\)05](http://dx.doi.org/10.6061/clinics/2016(01)05)

[http://dx.doi.org/10.6061/clinics/2016\(01\)05](http://dx.doi.org/10.6061/clinics/2016(01)05)

24. Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero U, Guerrero-Zúñiga S, Silva-Cerón M, Cid-Juárez S, Velázquez Uncal M, et al. Prueba de Caminata de 6 Minutos: Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir*

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Torax. 2015[acceso: 20/02/2019];74(2):127-36. Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0028-37462015000200008&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0028-37462015000200008&script=sci_arttext&tlng=pt)

25. 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. 2002[acceso: 24/01/2019]; 31(4): [aprox 7 p]. Disponible en:

[http://bvs.sld.cu/revistas/mil/vol31\\_4\\_02/mil040402.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/mil/vol31_4_02/mil040402.htm)

26. 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. 2001[acceso:

24/01/2019];9(2):87-99 Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/318795575>

27. American Thoracic Society (ATS). Standardization of Spirometry 1994 update: Medical Section of the American Lung Association. Am Journal of Respir Crit Care Med. 1995[acceso: 20/02/2019];

152(3):1107-36. Disponible en: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10030195630.htm>

28. Stanojevic S, Quanjer P, Miller M, Stocks J. The Global Lung Function Initiative: dispelling some myths of lung function test interpretation. Breathe. 2013[acceso: 20/02/2019];9:462-74. Disponible en:

<https://breathe.ersjournals.com/content/breathe/9/6/462.full.pdf>

29. Hankinson JL, Eschenbacher B, Townsend M, Stocks J, QuanjerPH. Use of forced vital capacity and forced expiratory volume in 1 second quality criteria for determining a valid test. Eur Respir J. 2015[acceso:20/02/2019]; 45:1283-92. Disponible en:

<https://erj.ersjournals.com/content/erj/45/5/1283.full.pdf>

30. Quanjer PH, Weiner DJ, Pretto JJ, Brazzale DJ, Boros PW. Measurement of FEF25-75% and FEF75% does not contribute to clinical decision making. Eur Respir J. 2014[acceso: 20/02/2019]; 43:1051-8. Disponible en:

<https://erj.ersjournals.com/content/erj/43/4/1051.full.pdf>

31. Boutin B, Koskas M, Guillo H, Maingot L, La Rocca MC, Boule M, et al. Forced expiratory flows' contribution to lung function interpretation in schoolchildren. Eur Respir J. 2015[acceso: 20/02/2019];

45:107-15. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/45/1/107.full.pdf>

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

32. Rojas MX, Dennis RJ. Valores de referencia para parámetros de espirometría en la población adulta residente en Bogotá, D.C., Colombia. *Biomédica*. 2010[acceso:20/02/2019]; 30(1):82-94. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/843/84312378011.pdf>
33. Gutiérrez M, Rioseco F, Rojas A, Casanova D. Determinación de valores espirométricos en una población chilena normal mayor de 5 años, a nivel del mar. *RevMed Chile*. 1996[acceso: 20/02/2019]; 124(11):1295-1306. Disponible en: <https://www.neumologia-pediatria.cl/wp-content/uploads/2017/06/DeterminacionValores.pdf>
34. González NM, Rubiano GH, Wilches MR, Franky MP, Niño CA. Modelo predictivo para volumen espirado forzado en el primer segundo VEF1 –en función de la edad– para la población minera del municipio de Samacá, Boyacá. *Ciencia & Salud*. 2014[acceso: 20/02/2019];3(9):37-43. Disponible en: <https://repository.usc.edu.co/bitstream/20.500.12421/857/1/Modelo%20predictivo%20para%20volumen%20espirado%20forzado%20en%20el%20primer%20segundo%20VEF1%20%E2%80%93en%20funci%C3%B3n%20de%20la%20edad.pdf>
35. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casabur R, Coates A, et al. ATS/ERS Task Force. Standardisation of lung function testing’: Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005[acceso:20/02/2019]; 26:319-38. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=F0BA04CB4401955F8068CCD083C8BF57?doi=10.1.1.665.316&rep=rep1&type=pdf>
36. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. ATS/ERS task force: Standardisation of lung function testing’: General Considerations for lung function testing. *EurRespir J*. 2005[acceso:20/02/2019]; 26:153-61. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/26/1/153>
37. Roca J. Aplicaciones clínicas de las pruebas de función pulmonar. En: Ancic Cortez P, Clark TJH (editores). *Enfermedades respiratorias: Utilidad del laboratorio*. Santiago de Chile: Camugraf Ediciones Científicas; 1990. p. 171-90.
38. Casan P, Burgos F, Barberá JA, Giner J. *Espirometría: Manual SEPAR de Procedimientos*. Módulo 3. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar: 2002. [acceso:20/02/2019] SEPAR. Disponible en: Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Felip\\_Burgos/publication/286756223\\_Manual\\_de\\_Procedimiento\\_Funcion\\_Pulmonar/links/566d5f6508ae62b05f0b10fa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Felip_Burgos/publication/286756223_Manual_de_Procedimiento_Funcion_Pulmonar/links/566d5f6508ae62b05f0b10fa.pdf)

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

39. López Neyra S, Albi Rodríguez V, Sanz Santiago E, Urgellés Fajardo C, Troyano Rivas JR, Villa Asensi. Interpretando la función pulmonar. Una perspectiva para el siglo XXI desde la Neumología pediátrica. *Rev Patol Respir*. 2015[acceso:20/02/2019];18(2):63-71. Disponible en: [https://revistadepatologiaspiratoria.org/descargas/pr\\_18-2\\_63-71.pdf](https://revistadepatologiaspiratoria.org/descargas/pr_18-2_63-71.pdf)
40. American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis*. 1991[acceso: 15/05/2019];144(5):1202-18. Disponible en: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10028123206.htm>
41. Rodríguez MN, Rojas MX, Guevara DP, Dennis R, Maldonado D. Generación de valores de referencia para la evaluación de espirometría. Estudio en una población colombiana. *Acta Med Colomb*. 2002[acceso: 15/05/2019];27(6):389-97. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/evidenciassp/resource/pt/lil-363453?lang=en>
42. Díez Herranz A. Concordancia entre los valores de referencia para la espirometría recomendados por las Sociedades Neumológicas Española y Europea. *Arch Bronconeumol*. 1996[acceso:15/05/2019];32(9):459-62. Disponible en: <https://www.archbronconeumol.org/es-concordancia-entre-valores-referencia-espirometria-articulo-S0300289615307079>
43. Alvarez-Vaz R, Palamarchuck P, Riaño E. Elaboración de patrones espirométricos normales en niños uruguayos mediante modelos gam y gamlss: Parte 1- Identificación de la distribución de la variable de respuesta, Documentos de Trabajo-Serie DT IESTA (16/3). Uruguay: Universidad de la República, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración; 2016.[acceso:15/05/2019]. DOI:10.13140/RG.2.2.30251.95524
44. Quadrelli S, Roncoroni A, Montiel G. Assessment of respiratory function: influence of spirometry reference values and normality criteria selection. *Respir Med*. 1999[acceso:24/01/2019]; 93:523-35.DOI:10.1016/S0954-6111(99)90150-6
45. Hyatt RE, Scanlon PD, Nakamura M. Spirometry: dynamic lung volumes. En: Hyatt RE, Scanlon PD, Nakamura M. Interpretation of pulmonary function tests. Philadelphia, Lippincott-Raven Publishers; 1997[acceso:15/05/2019]. P. 5-25. Disponible en: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10027165547>
46. Gutiérrez CM, Valdivia CG, Villarroel DL, Contreras TG, Cartagena SC, Lisboa BC. Proposición de nuevas ecuaciones para calcular valores espirométricos de referencia en población chilena adulta: Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias (SER). *Rev Méd Chile*.

- 2014[acceso:24/01/2019];142(2):143-52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872014000200001>
47. Caussade S, Contreras I, Villarroel L, Fierro L, Sánchez I, Bertrand P, et al. Valores espirométricos en niños y adolescentes chilenos sanos. Rev méd. Chile. 2015[acceso: 15/05/2019];143(11):1386-94. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872015001100003&lng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872015001100003&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872015001100003>
48. Álvarez-VazR, Palamarchuck P, Riaño E. Elaboración de patrones espirométricos en niños uruguayos mediante modelos GAM y GAMLSS: Parte 2- Modelización de CVF y FEV por talla edad y sexo. Uruguay: Instituto de Estadística, Universidad de la República; 2017. [acceso: 15/05/2019]. Disponible en: [https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/10986/1/ddt\\_02\\_17.pdf](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/10986/1/ddt_02_17.pdf)
49. Lisanti R, Gatica D, Abal J, Delaballe E, Grañana M, Miatello R, et al. Comparación de las pruebas de función pulmonar en población adulta sana de la Provincia de Mendoza, Argentina, con valores de referencia internacionales. Rev Am Medrespir. 2014[acceso: 15/05/2019];14(1):10-9. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-236X2014000100004&lng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-236X2014000100004&lng=es)
50. Giner J, Casan P, Berrojalbiz MA, Burgos F, Macian V, Sanchis J. Cumplimiento de las recomendaciones SEPAR sobre la espirometría. Arch Bronconeumol. 1996[acceso: 15/05/2019]; 32:516-22. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0300-2896\(15\)30687-6](https://doi.org/10.1016/S0300-2896(15)30687-6)
51. Ben SH, El Attar MN, Hadj MK, Ben AA, Abdelghani A, Bousarssar M, et al. The recent multi-ethnic global lung initiative 2012 (GLI2012) reference values don't reflect contemporary adult's North African spirometry. Respir Med. 2013[acceso: 15/05/2019]; 107:2000-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.10.015>
52. Pereira CA, Duarte AA, Gimenez A, Soares MR. Comparison between reference values for FVC, FEV1, and FEV1/FVC ratio in White adults in Brazil and those suggested by the Global Lung Function Initiative 2012. J Bras Pneumol. 2014[acceso: 15/05/2019]; 40:397-402. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132014000400007>
53. Francisco García-Rio. Normativa SEPAR: Estandarización Espirometría. Arch Bronconeumol. 2013[acceso: 15/05/2019];49(9):388-401. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbres.2013.04.001>

54. Miller MR. Does the use of percent of predicted have any evidence base? *Eur Respir J*. 2015[acceso: 15/05/2019]; 45:322-3. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/45/2/322>
55. Lisanti R, Gatica D, Abal J, Delaballe E, Grañana M, Miatello R, et al. Comparación de las pruebas de función pulmonar en población adulta sana de la Provincia de Mendoza, Argentina, con valores de referencia internacionales. *Revista Americana de Medicina Respiratoria*. 2014[acceso: 28/05/2019]; 14(1): 10-19. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3821/382138396004.pdf>
56. Vicente CM, de Mir Messa I, Rovira Amigo S, Torrent Vernetta A, Gartner S, Iglesias Serrano I, et al. Validación de las ecuaciones propuestas por la Iniciativa Global de Función Pulmonar (GLI) y las de Todas las Edades para espirometría forzada en preescolares sanos españoles. *Archivos de Bronconeumología*. 2018[acceso: 28/05/2019]; 54(1):24-30. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2017.07.019>
57. Martínez-Briseño D, Fernández-Plata R, Gochicoa-Rangel L, Torre-Bouscoulet L, Rojas-Martinez R, Mendoza L, et al. Longitudinal lung function growth of Mexican children compared with international studies. *PLoS One* 2013[acceso: 28/05/2019]; 8(10): e77403. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077403>
58. Pérez-Padilla JR, Regalado-Pineda J, Vázquez-García JC. Reproducibility of spirometry in Mexican workers and international reference values. *Salud Pública Mex*. 2001[acceso:28/05/2019]; 43(2):113-21. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11381840>
59. Rodríguez N, Rojas MX, Guevara DP, Dennis RJ, Maldonado D. Generación de valores de referencia para la evaluación de la espirometría: estudio en una población colombiana. *Acta Med Colomb*. 2002[acceso: 28/05/2019]; 27(6):389-97. Disponible en: <http://www.actamedicacolombiana.com/anexo/articulos/06-2002-04.pdf>

### Conflictos de interés

La autora declara que no tiene conflictos de interés.