

MASA MUSCULAR Y VALORES ESPIROMÉTRICOS EN EL EQUIPO DE ATLETISMO DE FONDO DE LA BUAP

MUSCLE MASS AND SPIROMETRIC VALUES IN THE BUAP ATHLETICS TEAM

Recibido el 2 de agosto de 2020 / Aceptado el 23 de noviembre de 2020 / DOI: 10.24310/riccafd.2020.v9i3.10091
Correspondencia: Jesús Adán Ortega González. adanjaog@hotmail.com

Ortega-González, J^{1ACDF}, Barrios-Espinosa C^{2BCD}, Flores-López KL^{3BC}, Oyarzabal-Notario AN^{4BC}, Morgado-Ramírez JR^{5BC}, Molina-Galván L^{6BC}, Jiménez-Sánchez JH^{7BCD}

¹**Ortega-González, J.** Maestro en Nutrición y Dietética de la Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Coordinador de la Maestría en Nutrición Clínica de EP de México. adanjaog@hotmail.com

²**Barrios-Espinosa C.** Maestra en Nutrición Humana de la Licenciatura en Nutrición Clínica, Facultad de medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; México. ceci_b@yahoo.com

³**Flores-López KL.** Pasante de Nutrición Clínica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, karenlizeth@hotmail.com

⁴**Oyarzabal-Notario AN.** Pasante de Nutrición Clínica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México nell.14on@gmail.com

⁵**Morgado-Ramírez JR.** Pasante de Nutrición Clínica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México josederodrigomorgado@gmail.com

⁶**Molina-Galván L.** Pasante de Nutrición Clínica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México nc.liz.molina@gmail.com

⁷**Jiménez-Sánchez JH.** Médico Interno de Pregrado de la Facultad de Medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pepe.9.9.pj@gmail.com

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación. ^BRecolector de datos. ^CRedactor del trabajo. ^DTratamiento estadístico. ^EApoyo económico. ^FIdea original y coordinador de toda la investigación

RESUMEN

Introducción. La espirometría es una prueba para valorar la función respiratoria y su evaluación en atletas resulta útil, ya que las capacidades físicas son esenciales para un buen desempeño deportivo. La masa muscular (MM) pueden ser factor determinante que explicaría la variabilidad de los resultados de la espirometría en atletas. Por estas razones el objetivo del estudio es asociar la MM y su distribución con valores espirométricos en el equipo de Atletismo de fondo de la BUAP.



Materiales y Métodos. Muestra: 25 deportistas del equipo masculino de atletismo de fondo de la BUAP. Evaluación antropométrica: a través de Impedancia Bioeléctrica para obtener MM, del tronco (MMtr) y de las extremidades inferiores (MMei). Valoración de la función pulmonar: a través de espirometría forzada obteniendo: capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio forzado al primer segundo (VEF_1), pico flujo e Índice de Tiffenau.

Resultados. Se encontró correlación positiva entre todas las variables espirométricas y las de la MM, siendo la MMei la que mayor correlación presento, siendo las correlaciones más fuertes con PEF y VEF_1 respecto a la MMei (0.664 y 0.865 respectivamente).

Conclusiones. La distribución de la MM tiene influencia significativa en la función respiratoria de los atletas y es la MMei la que tiene mayor asociación con valores espirométricos (VEF_1 y el PEF).

■ PALABRAS CLAVE

masa muscular, espirometría, atletas.

■ ABSTRACT

Introduction. Spirometry is a test to assess respiratory function and its evaluation in athletes is useful, since physical abilities are essential for good sports performance. Muscle mass (MM) may be a determining factor that would explain the variability of spirometry results in athletes. For these reasons, the objective of the study is to associate MM and its distribution with spirometric values in the BUAP Athletics team.

Materials and methods. Sample: 25 athletes from the BUAP men's track and field team. Anthropometric evaluation: through Bioelectrical Impedance to obtain MM, from the trunk (MMtr) and from the lower extremities (MMei). Assessment of lung function: through forced spirometry obtaining: forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume at the first second (FEV1), peak flow and Tiffenau index.

Results. A positive correlation was found between all the spirometric variables and those of the MM, with the MMei having the highest correlation, the strongest correlations with PEF and FEV1 with respect to the MMei (0.664 and 0.865 respectively).

Conclusions. The distribution of MM has a significant influence on the respiratory function of athletes and it is the MMei that has the greatest association with spirometric values (FEV1 and PEF).



■ KEY WORDS

muscle mass, spirometry, athletes.

■ INTRODUCCIÓN

Dentro de las pruebas atléticas más exigentes para entrenar y competir, se encuentra la carrera de fondo, ya que tanto las capacidades psíquicas como las físicas son particularmente esenciales para un buen desempeño deportivo¹. Debido a la necesidad constante que se le presenta al deportista de sobreponerse a la fatiga y la relación que existe entre la sobrecarga que puede desestabilizar el equilibrio entre la oferta y la demanda de oxígeno a nivel miocárdico, es importante evaluar la función pulmonar, ya que esta juega un papel fundamental en el desempeño atlético².

La espirometría forzada es una prueba básica para valorar la función respiratoria, en ella se mide la máxima cantidad de aire que puede ser exhalada desde un punto de máxima inspiración usando de medida el tiempo, evalúa las propiedades mecánicas de la respiración, obteniéndose parámetros fisiológicos sujetos a variables como sexo, edad, altura, peso y la masa muscular (MM)³. Respecto a esta última se debe destacar la cantidad, proporción y distribución de la MM, ya que esta puede ser un factor determinante que explicará la variabilidad de los resultados de la espirometría en individuos del mismo sexo y edad⁴. Por estas razones el presente estudio parte de la hipótesis de que uno de los factores que influye en los resultados espirométricos es la proporción y distribución de la MM, aunque trabajos previos^{4,5}, valoran ya esta posibilidad, aún no está establecida claramente la influencia de la MM en atletas de fondo sobre los resultados espirométricos; por lo tanto, el objetivo del presente artículo es asociar la MM y su distribución con valores espirométricos en el equipo de Atletismo de fondo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México (BUAP).

■ MATERIAL Y MÉTODOS

■ Tipo de estudio

Se realizó un estudio descriptivo y transversal durante el periodo de noviembre y diciembre de 2019.

■ Participantes

La selección de los participantes se basó en un diseño no probabilístico por conveniencia, con una muestra conformada por los 25 deportistas



del equipo masculino de atletismo de fondo de la BUAP, México, con edad promedio de 21.6 ± 2.2 años. Dentro de los criterios de inclusión se consideró aquellos deportistas que tenían por lo menos 1 año dentro del equipo, que entrenaban en promedio 5 ± 1 días por semana y dedicaban 16.2 ± 3.5 horas a la semana a dicho entrenamiento (con distribuciones en sesiones simples o dobles); se excluyeron a los deportistas fumadores o exfumadores, deportistas que utilizaban algún tipo de suplemento nutricional, y/o tratamiento hormonal, deportistas que padecieran alguna enfermedad crónica y/o enfermedad pulmonar (asma, fibrosis, etc.) así como a los deportistas que hayan padecido enfermedades de las vías respiratorias en los últimos tres meses.

■ Procedimiento

Los procedimientos experimentales fueron explicados verbalmente y por escrito a cada participante y dieron su consentimiento. Éticamente los métodos empleados son inocuos e inofensivos catalogando a la investigación con riesgo mínimo de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud de México⁶.

El estudio se llevó a cabo en el área de Nutrición Clínica de la Facultad de Medicina de la BUAP.

Todas las mediciones y pruebas aplicadas fueron realizadas por el mismo profesional, en el mismo laboratorio, con similares condiciones medioambientales y en el mismo aparato.

■ Mediciones

Valores antropométricos: se midió estatura (cm) por medio de un estadímetro marca “SECA modelo 213®” con longitud de hasta 2.2 m y precisión de 1 mm. El peso (kg), el índice de masa corporal (IMC) kg/m^2 , la masa muscular esquelética total (MMT), la masa muscular del tronco (MMtr) y la masa muscular de las extremidades inferiores (MMei) en gramos y porcentajes se determinaron a través del autoanizador segmental multifrecuencia y tetrapolar de impedancia bioeléctrica (“In ‘Body 270®”). Para esta evaluación se tomó en cuenta que los deportistas no portaran algún objeto metálico, que tuvieran la menor cantidad de ropa ligera posible y que no hubieran bebido algún líquido ni ingerido algún alimento previo al análisis (al menos 4 horas), además se les pidió que el día de la prueba y un día previo no hicieran ejercicio físico. Se realizó una medición por individuo a fin de evitar variaciones en los resultados.

Para la estratificación de las variables se emplearon los puntos de corte que proporciona el equipo de manera individual.



Valoración de la función pulmonar: a cada participante se le realizó una prueba espirométrica forzada mediante un espirómetro de flujo (SONOFLOW®) calibrado. Para cada espirometría se tomaron en cuenta los criterios de aceptación para la realización de una maniobra correcta tomados de las recomendaciones ATS y ERS (American Thoracic Society; European Respiratory Society)⁷.

Antes de realizar las pruebas espirométricas se le explicó a cada participante la técnica correcta. Posteriormente cada uno se colocó en una posición cómoda para sentarse. Durante la prueba se colocaron las pinzas nasales para evitar la fuga de aire; cada prueba se repitió de 3 a 4 veces dependiendo el caso y se utilizaron los valores más altos para el análisis estadístico.

Realizada la prueba se obtuvo:

- Capacidad vital forzada (CVF) en litros.
- Volumen Espiratorio Forzado al primer segundo (VEF_1) en litros y porcentaje.
- Pico Flujo (litros/minuto).
- Índice de Tiffenau= VEF_1 / CVF .

■ Análisis estadístico

Toda la información obtenida se analizó utilizando el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS.INC®) versión 25/ 2016) y el software Microsoft Office Excel® 2018.”. Se emplearon como estadígrafos el Anova Simple y T de student, para el análisis de las relaciones lineales entre los valores espirométricos y las de MM se aplicó una reducción de la dimensión con un análisis de componentes principales. Las relaciones entre las variables espirométricas y las de MM se analizan con las correlaciones, ajustando edad e IMC.

■ RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos de las variables de MM y valores espirométricos de los atletas se muestran en la tabla 1. Todas las variables mostraron diferencias significativas en los valores medios.



Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los atletas

Variable	Media	Valor recomendado	p
Edad (años)	19.50±1.60	--	
Peso (kg)	66.29±15.59	--	*
Estatura (cm)	173.7±9.45	--	*
IMC (kg/m ²)	22.20±2.48	18.5-24.9	*
MMT (kg)	32.89±7.95		*
MMT (%)	49.6±7.98	38-45	
MMtr (kg)	25.42±5.38		*
MMtr (%)	101.71±6.45	90-110	*
MMei (kg)	9.04±1.95		*
MMei (%)	103.89±7.04	90-110	*
CVF (L)	4.31±.58	--	*
FEV ₁ (L)	3.96±.64	--	*
PEF (L/min)	356.23±104.7	--	*
VEF ₁ (%)	93.00±4.16	80	*
VEF ₁ / CVF (%)	91.55±6.05	>80	*

Capacidad vital forzada (CVF), Índice de Masa Corporal (IMC), Masa muscular de las extremidades inferiores (MMei), Masa muscular esquelética total (MMT), Masa muscular del tronco (MMtr), Pico Flujo (PEF), Volumen Espiratorio Forzado al primer segundo (VEF1), VEF1, índice de Tiffenau= VEF₁/ CVF.

*p < 0,01 es estadísticamente significativo.

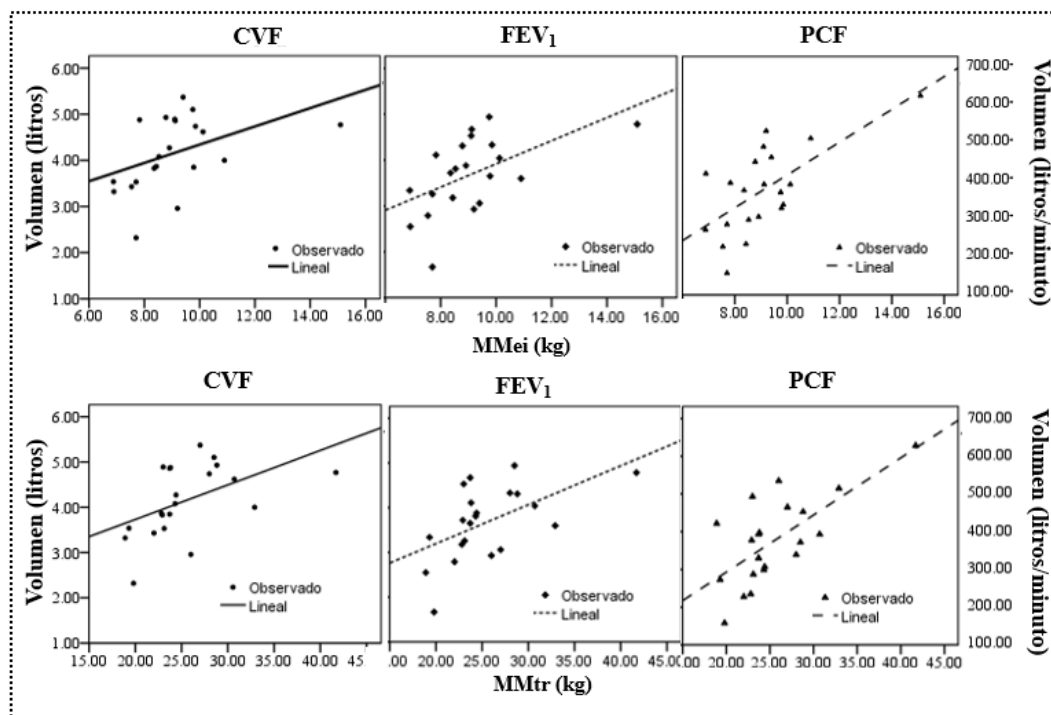


Figura 1. Estimación curvilínea de las regresiones lineales



En el análisis de regresión lineal, se tuvo correlación positiva entre todas las variables espirométricas y las de la MM, siendo la MMei la que mayor correlación presentó seguida de la MMtr (figura 1).

Capacidad vital forzada (CVF), Masa muscular de las extremidades inferiores (MMei), Masa muscular del tronco (MMtr), Pico Flujo (PEF), Volumen Espiratorio Forzado al primer segundo (VEF₁).

Las correlaciones parciales entre las variables de MM y las espirométricas, ajustando por edad e IMC, son positivas y estadísticamente significativas en todos los deportistas. Las variables que presentaron mayores correlaciones son el PEF y el VEF₁ respecto a la MMei (tabla 2).

Tabla 2. Coeficientes de correlación parcial entre las variables de índice de masa corporal, masa muscular y las espirométricas

	CVF	VEF ₁	PEF	VEF ₁ / CVF
IMC	.500*	.641*	.809*	.539*
MMT	.511*	.642*	.845*	.501*
MMtr	.446*	.606*	.805*	.545*
MMei	.580*	.664*	.865*	.560*

Capacidad vital forzada (CVF), índice de masa corporal (IMC), Masa muscular de las extremidades inferiores (MMei), Masa muscular esquelética total (MMT), Masa muscular del tronco (MMtr), Pico Flujo (PEF), Volumen Espiratorio Forzado al primer segundo (VEF₁), VEF₁, índice de Tiffenau= VEF₁/ CVF.

*p < 0,01 es estadísticamente significativo.

■ DISCUSIÓN

En la literatura se ha reportado que la composición corporal tiene un impacto importante en el rendimiento de los atletas al comparar la MM en diferentes disciplinas con individuos que no realizan deporte es posible observar un mayor desarrollo de la masa magra asociada a la hipertrofia muscular que se genera por el hecho de realizar actividad física⁸. Así mismo estas diferencias de la musculatura se sabe varían según la disciplina desarrollada los atletas de fondo con mayor MM presentan mejor rendimiento deportivo, sin embargo, no solo es la cantidad MMT, sino también la proporción y distribución de la misma lo que permite explicar la variabilidad en los valores de las pruebas espirométricas en atletas^{8,9,10}. Los corredores de fondo tienen volúmenes pulmonares significativamente más altos que los valores normales, en especial los atletas que practican deportes de resistencia, tal como se observó en el presente trabajo, coincidiendo con la investigación de Lazovic y



cols.¹¹. Existen pocos estudios abordando la asociación entre la cantidad y la distribución de la MM con parámetros respiratorios en atletas; el presente estudio se realiza en varones pertenecientes a un equipo de atletismo, demostrando que hay una correlación positiva entre la MMei y valores espirométricos, esta misma asociación se encontró en otro estudio pero en individuos no deportistas⁵, así mismo, la correlación se mantiene entre diferentes razas, ya que los estudios mencionados se han llevado a cabo en población caucásica, turca y en este caso mexicana, y aunque las poblaciones en las que se ha encontrado asociación entre la MMei y valores espirométricos es en deportistas y sujetos sanos, es importante destacar que esta misma asociación se ha observado también en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)¹², denotando así también la importancia de la rehabilitación física como una terapia en el tratamiento del EPOC, tanto para mejorar la calidad de vida de los pacientes como para mejorar los valores espirométricos^{12,13}.

La presente investigación muestra que la MMei presenta la mayor correlación positiva entre todas las variables espirométricas, siendo las que más destacan PEF y VEF₁, algo similar reporta el estudio de Martin y cols. donde encontraron que la masa muscular tiene influencia principalmente con el VEF₁ y hallaron una correlación positiva de esta variable con la MMei en hombres y MMTr en mujeres no deportistas⁵. Un estudio realizado en la Facultad de ciencias de la salud de la Universidad Ankara Yildirim Beyazit, Ankara, Turquía, concluyó que los predictores significativos de la ventilación voluntaria máxima por espirometría fueron la edad, peso corporal, altura, circunferencia de cintura y cadera y porcentaje de grasa corporal, lo que significa que los factores que afectan la función pulmonar en atletas masculinos y femeninos no se limitaron a la edad y el peso corporal, sino que también se incluyeron parámetros de la composición corporal, existiendo una correlación negativa entre la grasa corporal y la función pulmonar, lo que recalca la importancia de evaluar más allá de la masa muscular¹⁴. Por otro lado, un estudio transversal realizado por Belgrado, Serbia, donde participaron atletas masculinos fueron evaluados antropométricamente, encontrando que el IMC se correlacionó positivamente con todos los parámetros espirométricos, coincidiendo también con los resultados del presente estudio¹⁵. Por último, el estudio de Paulo y cols., encontraron una tendencia a una correlación negativa, entre más altos eran los valores de IMC y de circunferencia de cintura los valores espirométricos de PEF y FEV₁ eran más bajos^{16,17}.

■ CONCLUSIONES

Los valores espirométricos de los atletas de fondo, son más altos que los valores normales.



La cantidad, la proporción y la distribución de la MM tiene una asociación significativa con valores espirométricos en atletas de fondo.

La MMei es la que presenta mayor correlación con todos los parámetros espirométricos seguida de la MMtr, siendo que la mayor asociación se encontró con el VEF_1 y el PEF.

La distribución de la masa muscular tiene influencia significativa en la función respiratoria de los atletas.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mañana M, Magallanes C. Perfil antropométrico y de rendimiento de corredores de fondo uruguayos de elite. *Revista Universitaria de la Educación Física y el Deporte*. 2017;10(10):38-47. <http://dx.doi.org/10.28997/ruefd.v0i10.110>
2. Malik A, Malik S, Kumar S. Sports Specific Influence on Force Vital Capacity in University Players. *IOSR Journal of Sports and Physical Education*. 2017;4(2):06-09. <http://dx.doi.org/10.9790/6737-04020609>
3. Degens H, Maden M, Ireland A. Relationship between ventilatory function and age in master athletes and a sedentary reference population. *Age Dordr*. 2013;35(3):1007–1015. <http://dx.doi.org/10.1007/s11357-012-9409-7>
4. Tlatoa H, Ocaña H, Morales F. Efecto del entrenamiento físico en la espirometría. *Revista de Medicina e Investigación*. 2014;2(2):128-131. [http://dx.doi.org/10.1016/S2214-3106\(15\)30009-1](http://dx.doi.org/10.1016/S2214-3106(15)30009-1)
5. Martín R, Turrión I, Rodríguez, Alonso C. Asociación de la masa muscular determinada mediante DEXA con los resultados espirométricos de individuos sanos. *Archivos de Bronconeumología*. 2017;53(7):375. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbres.2016.11.020>
6. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la Salud. *Diario Oficial de la Federación*. México. 1984. Rev. 2012. Recuperado de: <https://n9.cl/h8r39>
7. García F, et al. Espirometría. *Archivos de Bronconeumología*. 2013;49(9):388–401. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbres.2013.04.001>
8. Rodríguez F, González H, Cordero J, Lagos S, Aguilera R, Barraza F. Estimación y Comparación de la Masa Muscular por Segmento en Deportistas Juveniles Chilenos. *Int. J. Morphol*. 2014;32(2):703-708. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000200053>
9. Barbieri D, Zaccagni L, Babíc V, Rakovac M, Mišigoj M, Gualdi E. Body composition and size in sprint athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2017. 2017;57(9):1142-46. <http://dx.doi.org/10.23736/S0022-4707.17.06925-0>
10. Rosa A. Estatus de peso y condición física: revisión de la literatura científica. *Rev.Ib.CC. Act. Fís. Dep*. 2017;6(2):1-16. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2017.v6i3.4850>



11. Lazovic B, Mazic S, Suzic J, Djelic M, Djordjevic S, Durmic T et al. Respiratory adaptations in different types of sport. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2015; 19(12): 2269-2274. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26166653/>
12. Barreiro E, Jaitovich A. Muscle atrophy in chronic obstructive pulmonary disease: molecular basis and potential therapeutic targets. *Journal of Thoracic Disease*. 2018;10(12):1415-1424. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.04.168>
13. Sobradillo V. La rehabilitación respiratoria en el paciente con Enfermedad Pulmonar Obstruccion Crónica. *Medicina Integral*. 2001;37(3): 127-132. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482015000200002>
14. Kocahan T, Akinoğlu B. The effect of body composition on pulmonary function in elite athletes. *Progress in Nutrition*. 2019; 21(3): 542-551. <http://dx.doi.org/10.23751/pn.v21i3.8238>
15. Durmic T, Lazovic B, Djelic M, et al. Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *J Bras Pneumol*. 2015;41(6):516-522. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37562015000000050>
16. Maiolo C, Mohamed E, Carbonelli M. Body composition and respiratory function. *Acta Diabetol*. 2003;40: 32-38. <http://dx.doi.org/10.1007/s00592-003-0023-0>
17. Paulo R, Petrica J, Martins J. Atividade Física e Função Respiratória: Análise da Composição Corporal e dos Valores Espirométricos . *Acta Medica Portuguesa*. 2013;26(3):258-264. Recuperado de: <https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/70/3359>