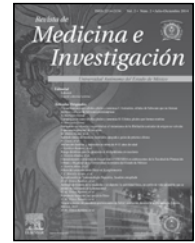


Revista de
*Medicina e
Investigación*

www.elsevier.es



ARTÍCULO ORIGINAL

Efecto del entrenamiento físico en la espirometría

H. M. Tlatoa-Ramírez, H. L. Ocaña-Servín y F. Morales-Acuña

Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México

PALABRAS CLAVE

Espirometría;
Entrenamiento Físico

Resumen La espirometría es una herramienta de evaluación empleada para el estudio de la función pulmonar. A partir de ésta prueba, se obtienen datos de volúmenes y capacidades pulmonares, tal como la capacidad vital forzada (FVC, *forced vital capacity*), el volumen de esfuerzo espiratorio en el primer segundo (FEV1, *forced expiratory volume in the first second*) y el flujo pico espiratorio (PEF, *peak expiratory flow*). El entrenamiento mejora la resistencia y la fuerza de los músculos respiratorios en atletas, reduce la resistencia de los canales respiratorios, incrementa la elasticidad pulmonar y la expansión alveolar como se ha visto en estudios en donde existe una expansión de las capacidades y volúmenes pulmonares; así, mediante la espirometría es posible cuantificar esta mejoría. Este trabajo pretende realizar una revisión del estado del arte en cuanto a el efecto del entrenamiento físico en los valores espirométricos.

KEYWORDS

Spirometry; Physical
Training

Effects of Physical Training in Spirometry

Abstract Spirometry is an assessment tool used to study lung function. From this test data of volumes and lung capacities are obtained, like forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in the first second (FEV1) and peak expiratory flow (PEF). Exercise training improves endurance and strength of an athlete's respiratory muscles; it also causes a reduction in the resistance in respiratory canals, and increases lung elasticity and alveolar expansion as studies have supported the expansion of pulmonary volumes and capacities; and through spirometry is possible to quantify this improvement. This paper aims to review the state of art regarding the effect of physical training in spirometric values.

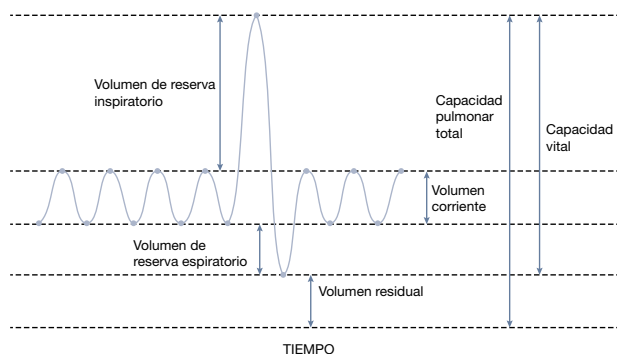
*Autor para correspondencia: Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFYD), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, México, Eduardo Monroy Cardenas s/n Col. San Buenaventura, Toluca Estado de México, México CP 5011. Teléfono 722 2780802. Correo electrónico: medicinadeldeporteuaemex@gmail.com

Introducción

Los pulmones están diseñados para facilitar el aporte de oxígeno (O_2) y la eliminación de dióxido de carbono (CO_2) en el cuerpo. La ventilación es el movimiento de aire desde el ambiente a los alveolos y el intercambio gaseoso describe el movimiento de O_2 al torrente sanguíneo y CO_2 al alveolo. Para lograr una ventilación efectiva, los pulmones deben generar suficiente presión negativa para movilizar el aire hacia los alveolos¹. Los principales volúmenes pulmonares se muestran en la figura 1.

El entrenamiento mejora la resistencia y la fuerza de los músculos respiratorios en atletas, reduce la resistencia de los canales respiratorios, incrementa la elasticidad pulmonar y la expansión alveolar como se ha visto en estudios en donde existe una expansión de las capacidades y volúmenes pulmonares². Para medir éstas adaptaciones es necesario utilizar pruebas de función pulmonar, tal como la espirometría. Esta mide el volumen de aire que movilizamos con la respiración en relación al tiempo³. Al volumen de aire (en litros) que se puede sacar de los pulmones totalmente inflados, se le llama capacidad vital forzada (FVC, *forced vital capacity*); asimismo la medida más importante del flujo de aire es el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1, *forced expiratory volume in the first second*), ésta es la cantidad de aire que puede sacar un individuo un segundo después de iniciar la exhalación teniendo los pulmones completamente inflados y haciendo su máximo esfuerzo, normalmente en el primer segundo se saca la mayor parte del aire de los pulmones, en personas jóvenes se puede sacar en el primer segundo el 80% de su FVC, por ende en jóvenes el FEV1 en litros es de aproximadamente el 80% de la FVC en litros. La otra medida importante que se hace en la espirometría es el cociente entre el FEV1 y FVC, índice llamado FEV1/FVC, el cual puede definir si una patología es obstructiva (índice disminuido) o restrictiva (índice superior al normal)⁴.

Para poder interpretar éste examen, se utilizan las gráficas de flujo-volumen y volumen-tiempo (fig. 2). En la primera se muestra la fase espiratoria, de forma triangular, la cual inicia con un ascenso muy vertical que termina en un



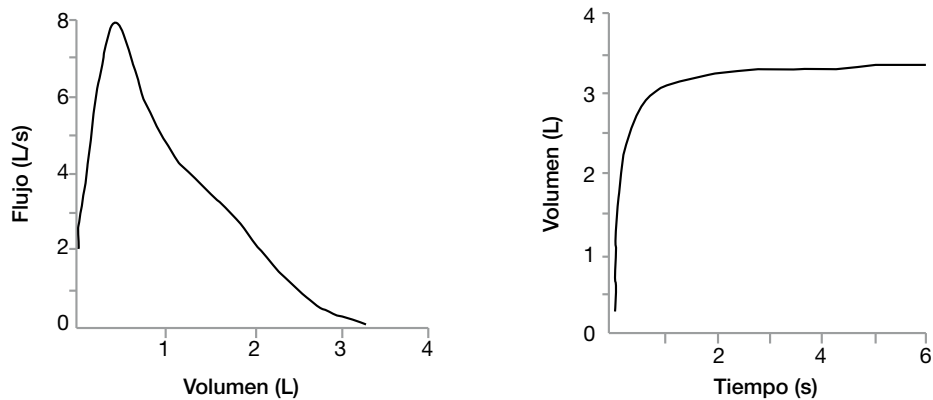
Adaptado de Dancer et al.¹

Figura 1 Volúmenes pulmonares

flujo pico o máximo (PEF, *peak expiratory flow*). En tanto que en la segunda gráfica podemos analizar el FEV1 y FVC⁴.

Efectos del entrenamiento en la espirometría

Al realizar una revisión del tema, es destacable que en las poblaciones que existen más estudios corresponden a pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Esto se debe a que su diagnóstico se realiza mediante espirometría y su seguimiento también. En población sana existen muy pocos estudios acerca de este tema (tabla 1). Enright et al.⁶, con ejercicios específicos de musculatura inspiratoria, vieron que solamente con un entrenamiento al 80% del esfuerzo inspiratorio máximo sostenido durante 8 semanas existía un incremento de la FVC. Khosravi et al.⁷, estudiaron el efecto en mujeres inactivas del ejercicio de resistencia aeróbico, de fuerza y el combinado; en el ejercicio de resistencia aeróbico se generó un incremento de la FVC, la ventilación voluntaria máxima (VVM), el flujo espiratorio forzado entre el 25 y 75% de la FVC (FEF 25-75) y el PEF; en tanto que el ejercicio de fuerza solamente incremento la



Adaptado de Gutierrez et al.⁵

Figura 2 Gráficas de flujo-volumen y volumen-tiempo en espirometría

Tabla 1 Efecto del entrenamiento en valores espirométricos

Estudio	N	Diseño	Duración	Intervención	Resultados
Enright et al.	40 personas sanas	RCT EMI vs C	3 días/semana 8 semanas	EMI al 40, 60 o 80% del esfuerzo inspiratorio máximo sostenido.	80 %: ↑ FVC
Grisbook	9 quemados 9 controles no quemados	QE Q vs C	3 días/semana 12 semanas	ERI: 85% FCmax por 120s / 65-70% FCmax por 20 segundos. Dosis: 90 min/sem. EF: 60% 1 RM Dosis: 3 series, 15 rep. ER: 1-4 sem: 60-65% FCmax Dosis: 60 min/sem. 5-8 sem: 65-80% FCmax Dosis: 78 min/sem EF: 8 ejercicios 1-4 sem: 60-65% 1RM Dosis: 2 series, 12 rep. 5-8 sem: 65-80% 1RM Dosis: 4 series, 8 rep. ECRF: 1-4 sem: 60-65% FCmax + 60-65% 1RM Dosis: 30 min/sem + 1 serie, 12 rep. 5-8 sem: 65-80% FCmax + 65-80% 1RM Dosis: 39 min/sem + 2 series, 8 rep.	↔ FEV1/FVC
Khosravi et al.	36 mujeres inactivas	RCT ER vs EF vs ECRF vs C	3 días/semana 8 semanas	5-8 sem: 65-80% 1RM Dosis: 4 series, 8 rep. ECRF: 1-4 sem: 60-65% FCmax + 60-65% 1RM Dosis: 30 min/sem + 1 serie, 12 rep. 5-8 sem: 65-80% FCmax + 65-80% 1RM Dosis: 39 min/sem + 2 series, 8 rep.	ER: ↑ FVC, VVM, FEF 25-75, PEF. EF: ↑VVM ECRF: ↑ FVC, VVM, FEF 25-75.
Nourry et al.	18 niños	RCT ER vs C	2 días/semana 8 semanas.	El Dosis: 60 min. ER: 60% FCmax, ↑ 5% c/4 sem. Dosis: 135 min/sem. EF: 8 ejercicios 60% 1RM Dosis: 3 series, 15 rep. ECRF: 60% FCmax + 60% 1RM. Dosis: 66 min/sem + 2 series, 15 rep.	↑ FVC, PEF, FEV1, FEF 25-75, FEV1/FVC.
Shaw et al.	50 hombres fumadores	RCT ER vs EF vs ECRF vs C	3 días/semana 16 semanas	Entrenamiento de lucha: 1-6 sem: 70-85% FCmáx. Dosis: 270-360 min/sem. 6-12 sem: 85-95% FCmáx. Dosis: 270-360 min/sem.	↑ en todos los grupos en: FVC, FEV1, PEF. ECRF>ER>EF
Tartibian et al.	40 luchadores amateur	RCT	3 días/semana 12 semanas		↑FVC, VVM, FEF 25-75.

RCT: prueba controlada aleatoria (*randomized control trial*); EMI: ejercicios musculatura inspiratoria; C: control; FVC: capacidad vital forzada; QE: quasiexperimental; Q: quemados; ERI: ejercicio de resistencia intermitente; EF: ejercicio de fuerza; ER: ejercicio de resistencia aeróbica; ECRF: ejercicio combinado de resistencia y fuerza; FCmax: frecuencia cardiaca máxima; 1RM: una repetición máxima; VVM: ventilación voluntaria máxima; FEF 25-75: flujo espiratorio forzado entre el 25 y 75% de la FVC; PEF: flujo pico espiratorio (*peak expiratory flow*); El: ejercicio intermitente; FEV1: volumen espiratorio forzado en el primer segundo.

VVM; asimismo el ejercicio combinado elevó los valores de FVC, VVM y FEF 25-75. Los autores llegan a la conclusión que el ejercicio aeróbico es el principal involucrado en los cambios de los parámetros espirométricos, pero es necesario reevaluar el tipo de entrenamiento de fuerza que utilizaron en estos pacientes, para analizar si es que se llega a un umbral adecuado para generar cambios fisiológicos o si requiere del apoyo de ejercicios de fuerza

específicos para musculatura respiratoria. Tartibian et al.⁸, analizaron el efecto del entrenamiento de lucha (ejercicio intermitente combinado) por 12 semanas, en donde destacan el aumento del FVC, VVM y FEF 25-75. Por último en población sana, Nourry et al.⁹, evaluaron el efecto de 8 semanas de entrenamiento intermitente en niños, en donde destaca el aumento de la FVC, PEF, FEV1, FEF 25-75 y FEV1/FVC.

En población con patologías, Grisbook¹⁰, analizó el efecto del ejercicio de resistencia aeróbica intermitente y el ejercicio de fuerza durante 12 semanas; en ambos casos no encontró cambios de los valores en la espirometría. En tanto que Shaw et al.¹¹, estudiaron el efecto del entrenamiento en fumadores durante 16 semanas, en donde se les expuso a entrenamientos de resistencia aeróbica, de fuerza o combinado; el resultado obtenido fue un aumento en la FVC, FEV1 y PEF en todos los grupos, siendo mayor en el grupo combinado, luego en el de resistencia aeróbica y finalmente en el de fuerza. En un meta-análisis reciente de Strasser¹² se evaluó el impacto del ejercicio de fuerza en pacientes con EPOC. En éstos pacientes, se ve un aumento en FVC y PEF, mientras que el FEV1 se mantiene sin alteraciones. Este posible cambio puede ser por una mejora funcional de los músculos espiratorios (pared abdominal y diafragma), los cuales están reducidos en masa y disfuncionales. En cuanto a la dosis por grupo muscular, se estima que la frecuencia óptima es de 2 veces a la semana, 2 series de 15 repeticiones, que corresponden al 70% de una revolución máxima (1RM). Por parte de estudios con entrenamiento aeróbico, no se preocuparon de analizar la evolución de los parámetros espirométricos, sino que solamente clasificaron inicialmente a los pacientes según su grado de severidad mediante el FEV1 y a continuación evaluaron la mejora sintomática y su condición aeróbica mediante el consumo máximo de oxígeno (VO₂max)¹³.

Conclusiones

A partir de estos estudios, es posible ver que el empleo del entrenamiento físico tanto de resistencia aeróbica como de fuerza es útil para obtener mejoras a nivel del sistema respiratorio, objetivándolo mediante pruebas de función pulmonar, tal como la espirometría. A pesar de la facilidad de incorporar este estudio al seguimiento médico deportivo, impresiona la sub utilización del mismo, ya que existen muy pocas publicaciones acerca de este tema. Es por esta razón que sugerimos ampliar la investigación en esta área e incorporar estudios de este tipo en población sana, deportista o con cualquier patología.

Financiamiento

No existió financiamiento para la realización del proyecto.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Bibliografía

1. Dancer R, Thickett D. Pulmonary function tests. *Medicine* 2012;40(4): 186-189.
2. Leith D, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol* 1976;41:508-516.
3. Vázquez J, Pérez-Padilla R. Manual para el uso y la interpretación de la espirometría por el médico. Asociación Latinoamericana del Tórax. 2007.
4. Casan C. La Espirometría en la práctica médica. *Otoneumoalerga Práctica*. 2002;11(2):4-8.
5. Gutiérrez CM, Beroza WT, Borzone TG, Caviedes SI, Céspedes GJ, Gutiérrez NM, et al. Espirometría: Manual de procedimientos. Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias. *Rev. Chil. Enferm. Respir.* 2006;23(1):31-42.
6. Enright S, Unnithan V. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2011;91:894-905.
7. Khosravi M, Tayebi S, Safari H. Single and concurrent effects of endurance and resistance training on pulmonary function. *Iran J Basic Med Sci.* 2013;16:628-34.
8. Tartibian B, Maleki B, Abbasi A. The effects of omega-3 supplementation on pulmonary function of young wrestlers during intensive training. *J Sci Med Sports* 2010;13:281-286.
9. Nourry C, Deruelle F, Guinhouya C, Baquet G, Fabre C, Bart F. High intensity intermittent running improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. *Eur J Appl Physiol* 2005;94:415-423.
10. Grisbook T, Wallman K, Elliott C, Wood F, Edgar D, Reid S. The effect of exercise training on pulmonary function and aerobic capacity in adults with burn. *Burns* 2012;38:607-613.
11. Shaw I, Shaw B, Brown G. Concurrent training and pulmonary function in smokers. *Int J Sports Med.* 2011;32:776-780.
12. Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. Effects of resistance training on respiratory function in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Breath.* 2013;17:217-226.
13. Butcher S, Jones R. The impact of exercise training intensity on change in physiological function in patient with chronic obstructive pulmonary disease. *Sports Med.* 2006;36(4):307-325.