



ORIGINAL

El estudio de instrumentos de viento se asocia con un patrón obstructivo en la espirometría de adolescentes con buena capacidad de resistencia aeróbica

Javier Granell^{a,*}, Jose Granell^b, Diana Ruiz^a y Jose A. Tapias^c

^a Instituto de Ciencias del Deporte, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Camilo Jose Cela, Madrid, España

^b Servicio de ORL, Complejo Hospitalario de Ávila, España

^c Servicio de Neumología, Complejo Hospitalario de Ávila, España

Recibido el 11 de enero de 2010; aceptado el 23 de marzo de 2010

Disponible en Internet el 2 de junio de 2010

PALABRAS CLAVE

Instrumentos de viento;
Espirometría;
Resistencia aeróbica

Resumen

Objetivo: Existe controversia en la literatura médica respecto al efecto beneficioso o perjudicial de la práctica con instrumentos musicales de viento sobre el sistema respiratorio. El objetivo de este estudio es analizar esta relación en sujetos jóvenes en periodo de aprendizaje, ponderando su nivel de condición física.

Diseño: Estudio observacional transversal.

Emplazamiento: Centro Integrado de Enseñanzas Artísticas y Musicales (estudios musicales reglados de Grado Medio) y de Educación Primaria y Secundaria, de titularidad pública.

Participantes: Jóvenes estudiantes de entre 13–17 años.

Mediciones principales: Se recogieron parámetros epidemiológicos básicos (sexo, edad, peso, talla, estado de salud) y a cada sujeto se le realizó un test de condición física (prueba de aptitud cardiorrespiratoria de «course navette»), y una espirometría forzada.

Resultados: Se incluyeron 90 alumnos, 53 mujeres y 37 varones, de los cuales 32 eran instrumentistas de viento y 58 de otros instrumentos. Los 2 grupos fueron homogéneos respecto a sexo, edad e índice de masa corporal. El consumo máximo de oxígeno no mostró diferencias significativas ($p=0,255$), manifestando además un adecuado nivel de condición física respecto a la población general. La CVF fue normal y comparable en ambos grupos ($p=0,197$). El VEMS porcentual y el cociente VEMS/CVF fueron significativamente menores ($p<0,0005$) en el grupo de viento. La práctica con instrumentos de viento se comportó como variable predictora de VEMS/CVF patológico (<70%) en el análisis multivariante ($p<0,0005$).

Conclusiones: El estudio de instrumentos de viento se asoció con un patrón espirométrico obstructivo en músicos jóvenes con un nivel normal de condición física.

© 2010 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jgranelln@seorl.net (J. Granell).

KEYWORDS

Wind instruments;
Spirometry;
Aerobic resistance

Playing of wind instruments is associated with an obstructive pattern in the spirometry of adolescents with a good aerobic resistance capacity**Abstract:**

Objective: There is controversy in the medical literature regarding the beneficial or detrimental effects of playing wind musical instruments on the respiratory system. The aim of this study is to analyse this relationship, taking the physical condition of the subjects into consideration.

Design: Cross-sectional observational study.

Setting: Public institution with coordinated medium grade musical instruction and primary and secondary education.

Participants: Young performers (between 13 and 17 years).

Data: We collected basic epidemiological parameters (gender, age, weight, size, health status), and each subject underwent a fitness test ("course navette" cardiorespiratory fitness test) and a forced spirometry.

Results: We included 90 students, 53 females and 37 males. Thirty two were wind instrument players and 58 studied other instruments. The two groups were homogeneous with respect to gender, age and body mass index. The maximum oxygen uptake showed no significant difference ($P=0.255$), further demonstrating an adequate level of fitness compared to the general population. FVC was normal and similar in both groups ($P=0.197$). The FEV₁ percentage and the FEV₁/FVC ratio were significantly lower ($P<0.0005$) in the "wind" group. Practice with wind instruments behaved as a predictor of pathological FEV₁/FVC (<70%) in the multivariate analysis ($P<0.0005$).

Conclusion: The study of wind instruments was associated with an obstructive spirometric pattern in young musicians with a normal level of physical fitness.

© 2010 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Casi el 50% de los músicos sufren problemas médicos relacionados con la práctica con instrumentos musicales¹. Durante el aprendizaje, los estudios musicales del grado medio suponen un trabajo prolongado de técnica y estudio de entre 2–4 h diarias, según cada instrumento y el período anual del que se trate. Este esfuerzo continuado e intensivo se ha asociado a la cronificación de determinadas dolencias y lesiones que se dan en alumnos de enseñanza secundaria (12–18 años). Las lesiones del sistema músculo-esquelético son las más frecuentes y se producen por la adquisición de posturas forzadas o inadecuadas durante largos períodos de tiempo, por la repetición continua de gestos estereotipados, unida a una técnica inadecuada, o por el estrés acumulado². Se han descrito además otras patologías diversas, como lesiones oftalmológicas asociadas a la práctica con instrumentos de viento³ o alteraciones del desarrollo dentofacial en relación con la hiperactividad de la musculatura orofacial⁴.

Se ha sugerido que el sobreesfuerzo que supone el estudio de instrumentos musicales de viento podría favorecer la aparición de una serie de lesiones y patologías relacionadas con las vías respiratorias; recíprocamente estos músicos sufren un particular impacto de esta patología en su actividad profesional⁵. Sin embargo, otros autores han observado un efecto beneficioso en patologías como la apnea del sueño⁶, y la práctica con instrumentos de viento se ha planteado incluso como una herramienta terapéutica en jóvenes adolescentes asmáticos⁷. Existen por tanto informaciones contradictorias, y en general, un conocimiento limitado por la insuficiencia estudios que aporten un nivel adecuado de evidencia científica.

La hipótesis con la que se trabaja es que la sobreutilización intensiva y diaria del sistema ventilatorio podría potencialmente modificar el funcionamiento del mismo. Algunos estudios incluso han relacionado el tiempo cronológico de dedicación (medido a través de la antigüedad de contrato en una orquesta) con los parámetros espirométricos⁸. Estas relaciones son difíciles de aclarar por la complejidad en el aislamiento de los potenciales factores de confusión. Un factor de probable relevancia es la tendencia en los músicos a la adopción de hábitos de vida saludables, superior a la población general tanto por una mayor percepción de la relevancia de los mismos como por las potenciales consecuencias en su actividad profesional⁹.

Este trabajo pretende aportar datos que contribuyan a aclarar esta poco conocida relación entre el sistema respiratorio y la práctica con instrumentos de viento, intentando minimizar el impacto de factores relacionados con hábitos de vida a través del análisis de una población de sujetos jóvenes (con un tiempo relativamente corto de práctica) en los que además se ha valorado su nivel de condición física.

Material y métodos

Diseño del estudio: estudio observacional transversal.

Sujetos de estudio: alumnos que siguen estudios musicales reglados de Grado Medio en un Centro Integrado de Enseñanzas Artísticas y Musicales y de Educación Primaria y Secundaria (de titularidad pública).

Variables

Como datos antropométricos se recogieron el sexo, la edad, el peso y la altura. Se obtuvo el índice de masa corporal

[IMC=peso (kg)/altura (m²)]. El sobrepeso se definió por un IMC igual o superior a 25.

El nivel general de condición física se valoró a través de la prueba de esfuerzo progresiva de carrera de 20 metros ida y vuelta de Luc Léger et al sobre pista cubierta en polideportivo¹⁰. Esta prueba de «course navette» es un test de aptitud cardiorrespiratoria que mide la potencia aeróbica máxima e indirectamente el consumo máximo de oxígeno. Los sujetos deben desplazarse de un punto a otro situado a 20 metros de distancia al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente. La prueba finaliza cuando no pueden seguir el ritmo marcado. El consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{ max}}$) se estima a través de la ecuación de regresión:

$$VO_{2\text{ max}} (\text{ml/kg/min}) = 31,025 + 3,238v - 3,248e \\ + 0,1536ve$$

Siendo «v» la velocidad del último período aguantado (en km/h) y «e» la edad del sujeto (en años). Los resultados se expresan también en «paliers» o número de cambios de ritmo que los sujetos han conseguido realizar. La fiabilidad de esta prueba aumenta con la edad de los participantes, llegando a alcanzar una excelente correlación ($r=0,97$). La sencillez, versatilidad y facilidad de verificación del protocolo han hecho que el Consejo de Europa la adopte dentro de la batería de pruebas que componen el Eurofit¹¹. Disponemos además de un estudio epidemiológico que nos proporciona unos valores de referencia para la población de adolescentes españoles¹².

Para la obtención de los parámetros ventilatorios se realizó una espirometría forzada (espirómetro Vitalograph[®] Compact II). Las exploraciones se realizaron el mismo explorador en cuatro jornadas consecutivas en el mismo pabellón cubierto. Se obtuvieron: capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio máximo en el primer segundo (VEMS) y se calculó el cociente de ambos valores (VEMS/CVF). Los valores se expresaron en cifras absolutas y porcentualmente respecto a los valores de referencia de normalidad de acuerdo con el sexo y la edad de cada sujeto, según los parámetros de cálculo propuestos por Roca et al¹³. Se consideran normales valores por encima del 80% para los volúmenes, y del 70% para el cociente.

Criterios de inclusión y exclusión. Grupos de estudio

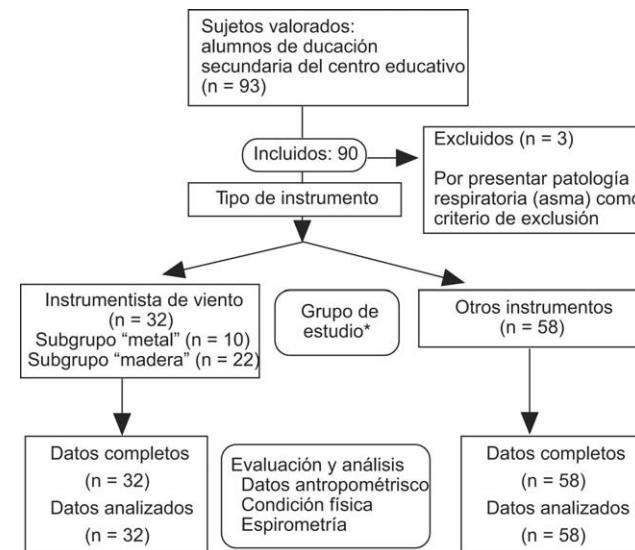
Las pruebas se realizaron a todos los alumnos del centro. Se excluyeron del estudio los sujetos con contraindicación para la práctica de actividades físico-deportivas, y aquellos con patologías de base que pudieran alterar los resultados, particularmente las referidas al sistema respiratorio, o cualquier circunstancia que conllevara la incapacidad para realizar correctamente los protocolos de las pruebas del estudio. Todos los sujetos incluidos negaron el hábito tabáquico.

Los alumnos fueron clasificados en 2 grupos según estudiaron un instrumento de viento u otro tipo de instrumentos. Los instrumentistas de viento se subdividieron en los instrumentos de madera y de metal. Las diferencias en la

técnica en cada tipo de instrumento de viento suponen usos claramente diferenciados del sistema respiratorio.

Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico SPSS 12.0 (SPSS, Inc. Chicago, Illinois). Para el cálculo de tamaño muestral se utilizó la variable VEMS. El cálculo se hizo con una macro específicamente diseñada para el paquete estadístico SPSS¹⁴, asumiendo una desviación estándar poblacional para la media del VEMS porcentual de 10 y un intervalo de tolerancia o margen de error para la medición de $\pm 4\%$; se asume una razón entre grupos de 1. El número de sujetos requeridos en cada grupo sería de 49. En la estadística descriptiva se presenta para cada variable el índice de centralización adecuado y una medida de dispersión (habitualmente la desviación estándar, DE). En la estadística analítica se realiza un análisis de homogeneidad de grupos mediante contrastes univariantes de las variables relevantes utilizando para las variables cuantitativas un test t de Student para datos independientes (o las pruebas no paramétricas pertinentes en su caso), y para las cualitativas una prueba de χ^2 , o la prueba exacta de Fisher en caso de no cumplirse criterios para aplicar la anterior. Se realizó un análisis multivariante de regresión logística binaria para valorar la influencia del tipo de instrumento en la alteración de los parámetros ventilatorios. Se consideró significativa una $p<0,05$.



Esquema general del estudio Estudio observacional transversal. Los grupos de estudio se definen por el tipo de instrumento practicado

Resultados

Se excluyeron 3 alumnos por diagnóstico de asma. Noventa alumnos cumplieron los criterios para ser incluidos en el estudio. Se trataba de 53 mujeres y 37 varones, con edades comprendidas entre 13–17 años. El 40% de las mujeres y el 30% de los varones practicaban con instrumentos de viento. Globalmente, los valores medios de peso fueron para los varones de 61,20 kg (DE=11,14 kg), y para las mujeres

Tabla 1 Estudio de homogeneidad de grupos

| Variable | «viento» | «otros instrumentos» | p |
|--|-----------------|----------------------|-------|
| n | 32 | 58 | |
| Varones/mujeres | 11/21 | 26/32 | 0,335 |
| Edad (años) | 15,09 (DE=1,35) | 14,64 (DE=1,42) | 0,142 |
| IMC (kg/m^2) | | | |
| Varones | 21,32 (DE=2,79) | 21,26 (DE=2,68) | 0,956 |
| Mujeres | 19,24 (DE=2,53) | 19,25 (DE=2,62) | 0,993 |
| <i>Parámetros de condición física (prueba de «course navette»)</i> | | | |
| VO _{2max} (ml/kg/mn) | | | |
| Varones | 48,37 (DE=7,05) | 49,61 (DE=6,74) | 0,619 |
| Mujeres | 44,13 (DE=4,27) | 45,04 (DE=4,66) | 0,936 |
| v (km/h) | | | |
| Varones | 11,59 (DE=1,24) | 11,69 (DE=1,21) | 0,818 |
| Mujeres | 10,67 (DE=0,60) | 10,75 (DE=0,73) | 0,665 |

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; p: percentil; VO_{2max}: volumen máximo de oxígeno.

de 54,52 kg (DE=8,52 kg). Para la talla, las medias fueron para varones de 1,69 m (DE=0,06 m), y para mujeres 1,68 m (DE=0,05). La media del IMC fue en varones de 21,28 (DE=2,67) y en mujeres de 19,24 (DE=2,56). Esta diferencia del IMC por sexos es estadísticamente significativa ($p<0,0005$). Solo 5 sujetos (4 varones y 1 mujer, el 5,5% del total) presentaron sobre peso.

Treinta y dos alumnos estudiaban instrumentos de viento (grupo «viento»), 10 de ellos instrumentos de metal y 22 instrumentos de madera. El resto, 58 alumnos, practicaban otros instrumentos (grupo «otros instrumentos»). Analizamos para cada grupo los datos antropométricos y los de condición física, que se resumen en la **tabla 1**. No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos de los instrumentistas de viento, ni tampoco entre los grupos «viento» y «otros instrumentos» en las variables epidemiológicas. Así mismo, los parámetros de condición física, estratificados por sexos, fueron homogéneos entre los grupos. Comparando de los valores de condición física de nuestra muestra con los de referencia de la población española, observamos que para ambos sexos los sujetos de

estudio tienden a encontrarse en los rangos altos. Este posicionamiento es particularmente marcado en las mujeres más jóvenes (**fig. 1**).

Exponemos a continuación los resultados de la pruebas de función respiratoria (**tabla 2**). Dado que los valores están expresados porcentualmente respecto a la población de referencia por sexo y edad, no es necesaria la estratificación. Para el porcentaje de CVF los valores en el grupo de «viento» (95,55%; DE=10,93), y de «otros instrumentos» (98,58%; DE=10,42), fueron similares ($p=0,197$). Sin embargo, la media del VEMS porcentual fue significativamente mayor ($p<0,0005$) en el grupo de «otros instrumentos» (100,89%; DE=13,50) respecto al grupo de viento (85,75%; DE=9,16). Esto se traduce en un diferencia estadísticamente significativa ($p<0,0005$) del cociente VEMS/CVF entre ambos grupos. Todos los sujetos del grupo «otros instrumentos» presentaron un cociente VEMS/CVF normal, mientras que en 5 sujetos del grupo «viento» fue patológico. Analizamos también si existían diferencias dentro del grupo «viento» dependiendo del tipo de instrumento de viento practicado (madera o metal). El

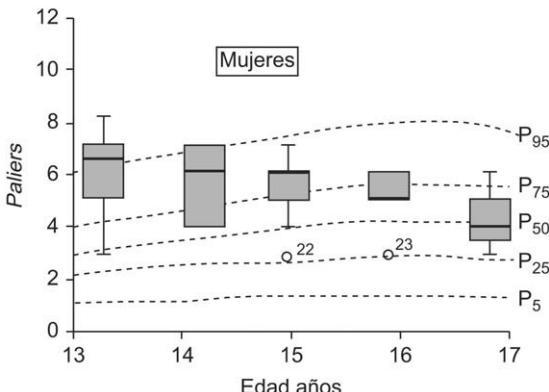
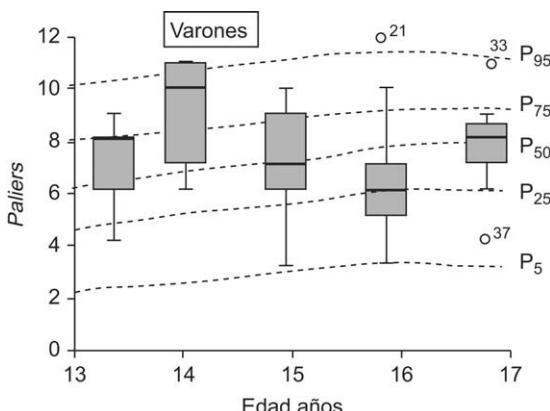


Figura 1 Gráficos de caja por edades de la puntuación en «pallers» en la prueba de *course navette* en los sujetos estudiados. El gráfico de la izquierda corresponde a los varones y el de la derecha a las mujeres. Las líneas discontinuas delimitan los percentiles de referencia (P_5 , P_{25} , P_{50} , P_{75} y P_{95}) calculados para los adolescentes españoles.

Tabla 2 Parámetros de las pruebas de función respiratoria

| Variable | «viento» | «otros instrumentos» | p |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------|
| %CVF ^a | 95,55 (91,61–99,49) | 98,58 (95,84–101,33) | 0,197 |
| % VEMS ^a | 85,72 (82,41–89,01) | 100,89 (97,34–104,44) | p<0,0005 |
| VEMS/CVF ^a | 0,77 (0,74–0,79) | 0,86 (0,85–0,88) | p<0,0005 |

CVF: capacidad vital forzada; p: percentil; VEMS: volumen espiratorio máximo en el primer segundo.

^a Se indica la media y el intervalo de confianza para la media al 95%.

análisis indicó homogeneidad respecto a la CVF porcentual ($p=0,227$), el VEMS porcentual ($p=0,270$) y el cociente VEMS/CVF ($p=0,447$).

Dado el diseño observacional del estudio y las características de las variables analizadas, resulta adecuado realizar un análisis multivariante. Se construyó un modelo de regresión logística binaria tomando como variable dependiente el cociente VEMS/CVF patológico (<70%). Como variables predictoras se introdujeron el tipo de instrumento, el sexo, la edad, el IMC y el $VO_{2\max}$. Solo el tipo de instrumento alcanzó significación en el modelo ($p<0,0005$).

Discusión

El estudio se ha realizado sobre una muestra en la cual el único criterio diferencial *a priori* sobre la población general de adolescentes españoles es la vocación y aptitudes musicales, que son las que condicionan su admisión en el centro educativo, por otro lado público y gratuito (con financiación pública total). Sin embargo encontramos algunas diferencias. En primer lugar, llama la atención el reducido número de sujetos con sobrepeso (el 5,5% de la muestra), ya que en España, para este grupo de edad, los estudios elevan la prevalencia del sobrepeso hasta el 26%¹⁵. Este dato posiblemente denota una pauta de alimentación más equilibrada respecto a la población general, presumiblemente en relación con el sesgo poblacional mencionado.

Los resultados de las pruebas de condición física fueron muy similares en ambos grupos de estudio, tendiendo los valores estimados de $VO_{2\max}$ a ser superiores a los de la población de referencia, teniendo en cuenta que el nivel de forma física de los adolescentes españoles se considera bajo¹². En la misma línea de argumentación del párrafo previo, este dato podría explicarse por la relación inversamente proporcional del $VO_{2\max}$ con el IMC.

Se ha prestado interés en la literatura médica a la alteración de las pruebas de función respiratoria en adolescentes en relación con el hábito tabáquico¹⁶. Llama la atención en nuestro estudio la ausencia de sujetos fumadores en un grupo numeroso de adolescentes, si bien no se ha realizado pruebas objetivas para descartar el hábito tabáquico. Es posible sin embargo que este sea un aspecto de cuidado de la salud particularmente relevante para los músicos.

Tras estas consideraciones, hay un dato que destaca en los resultados. En las pruebas de función respiratoria existieron diferencias relevantes: los alumnos del grupo de «viento» presentaron más frecuentemente un patrón ventilatorio obstructivo, comportándose la práctica con

instrumentos de viento como variable predictora de un cociente VEMS/CVF patológico.

La asociación entre la práctica de instrumentos de viento y la patología ventilatoria es fuente de controversia en la literatura médica. Como ya se apuntó, algunos autores asocian la práctica continuada e intensiva del estudio de instrumentos de viento con diferentes lesiones respiratorias, y en general con unos valores en las pruebas de función respiratoria que tienden a ser peores¹⁷. Sin embargo otros estudios presuponen que el «control» sobre el sistema ventilatorio que tienen los instrumentistas de viento como consecuencia de su entrenamiento puede suponer una optimización del trabajo al que están sometidas las vías respiratorias y minimizar así los posibles daños sobre las mismas¹⁸. Por otro lado, y dado que habitualmente el aprendizaje musical se inicia a edades muy tempranas, cabría considerar si este sobreesfuerzo tiene un efecto negativo a largo plazo sobre la función ventilatoria, o si este potencial efecto negativo puede estar condicionado por una técnica inadecuada.

No hemos encontrado estudios previos que valoren el nivel de condición física de los sujetos como posible variable modificadora de los parámetros ventilatorios. La capacidad de resistencia aeróbica y el consumo máximo de oxígeno en sujetos sanos no está limitada por la capacidad ventilatoria, ya que una vez alcanzada la intensidad de esfuerzo con mayor consumo de oxígeno, se puede incrementar el ritmo respiratorio. No obstante en individuos con patrones restrictivos u obstructivos de las vías respiratorias, la capacidad de resistencia aeróbica sí puede verse alterada¹⁹. En nuestro estudio no hemos encontrado diferencias significativas en esta variable entre las distintas tipologías de músicos. Esto puede deberse a que hay una serie de factores externos que influyen determinantemente en esta capacidad, fundamentalmente la práctica extraescolar de actividades físico-deportiva.

Los criterios de exclusión del estudio referidos a la existencia de patología previa (particularmente patología respiratoria), se han aplicado en caso de diagnóstico previo. No podemos descartar la presencia de sujetos asmáticos no diagnosticados previamente en la muestra. Este sesgo potencial adquiere una relación compleja con las cuestiones planteadas en este estudio. Su aclaración precisaría del diseño de un estudio longitudinal a medio plazo que incluyera pruebas respiratorias basales (en sentido temporal) en los alumnos que van a iniciar estudios musicales con instrumentos de viento.

En este contexto cobraría particular relevancia el aprendizaje preciso de la técnica de «soplado» y las características específicas de la misma en cada tipo de instrumento

de viento. Cabe insistir en la oportunidad de la prevención temprana. Como analogía recordaremos que se han identificado factores de riesgo cardiovascular ya en la adolescencia; algunos de ellos pueden llegar a predecir la morbilidad infantil, como se ha demostrado para el sobrepeso infantil²⁰. Así mismo, el $VO_{2\max}$ puede utilizarse como un indicador de salud cardiovascular futura: con los datos disponibles sobre el nivel de condición física de los adolescentes españoles, se estima que 1 de cada 5 se encuentra en riesgo de presentar algún evento de índole cardiovascular en la edad adulta¹². Así, este grupo de adolescentes instrumentistas de viento aparentemente con condiciones de salud favorables (en lo que respecta al sobrepeso, la condición física y los hábitos tóxicos) podría ver alterada su función respiratoria en relación precisamente con esta actividad. La significación de los hallazgos del estudio presentado es incierta dado el nivel de evidencia alcanzable con el diseño del mismo. Sin embargo consideramos que existen indicios suficientes para justificar una profundización, con estudios más extensos, en la relación de la práctica con instrumentos de viento con alteraciones del sistema respiratorio, dado que este problema podría requerir una atención específica, tanto educativa como sanitaria.

Lo conocido sobre el tema

- Existen datos contradictorios en la literatura médica respecto a la relación de la práctica con instrumentos musicales de viento y diversas patologías respiratorias.

Qué aporta este estudio

- Hemos encontrado una asociación de la práctica con instrumentos de viento y un patrón obstructivo en la espirometría forzada.
- En el presente estudio existen 2 factores que tienden a minimizar algunos factores de confusión habituales en los trabajos previos: el estudio de una población adolescente y la ponderación del nivel de condición física.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Lockwood AH. Medical problems of musicians. *N Engl J Med.* 1989;320:221–7.
2. Foxman I, Burgel BJ. Musicians health and safety: preventing playing-related musculoskeletal disorders. *AAOHN J.* 2006;54:309–16.
3. Aydin P, Oram O, Akman A, Dursun D. Effect of wind instrument playing on intraocular pressure. *J Glaucoma.* 2000;9: 322–4.
4. Brattström V, Odenrick L, Kvam E. Dentofacial morphology in children playing musical wind instruments: a longitudinal study. *Eur J Orthod.* 1989;11:179–85.
5. Gilbert TB. Breathing difficulties in wind instrument players. *Md Med J.* 1998;47:23–7.
6. Kreuter M, Kreutes C, Herth F. Pneumological aspects of wind instrument performance: physiological, pathophysiological and therapeutic considerations. *Pneumologie.* 2008;62: 83–7.
7. Lucia R. Effects of playing e musical wind instrument in asthmatic teenagers. *J Asthma.* 1994;31:375–85.
8. Zuskin E, Mustejbegovic J, Schachner EN, Kern J, Vitale K, Pucarin-Cvetkovic J, et al. Respiratory function in wind instrument players. *Med Lav.* 2009;100:133–41.
9. Schorr-Lesnick B, Teirstein AS, Brown LK, Miller A. Pulmonary function in singers and wind-instrument players. *Chest.* 1985;88:201–5.
10. Léger L, Lambert J. A maximal 20-m shuttle run test to predict $VO_{2\max}$. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1982;49: 1–12.
11. Rodriguez F, Aragonés MT. Valoración Funcional de la Capacidad de Rendimiento Físico. En: *Fisiología de la Actividad Física y del Deporte.* Madrid: Mc Graw-Hill; 1992. p. 257–73.
12. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, Gonzalez-Gross M, Wärnberg J, et al. Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol.* 2005;58:898–909.
13. Roca J, Sanchis J, Agusti-Vidal A, Segarra F, Navajas D, Rodriguez-Roisin R, et al. Spirometric referente values for a mediterranean population. *Bull Eur Physiopathol Respir.* 1986;22:217–24.
14. Domenech JM, Granero R. *Macro !NDM for SPSS Statistics. Sample Size: Difference between two means (computer program).* V2010.02. 15. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona; 2010.
15. Aranceta J, Pérez C, Ribas L, Serra L. Epidemiología y factores determinantes de la obesidad infantil y juvenil en España. *Rev Pediatr Aten Primaria.* 2005;7(Supl 1):13–20.
16. Suarez RG, Galván C, Oliva C, Doménech E, Dorta JM, Dorta M. Función pulmonar y exposición al humo de tabaco en adolescentes. *An Pediatr (Barc).* 2007;67:559–66.
17. Deniz O, Savci S, Tozkoparan E, Ince DI, Ucar M, Ciftci F. Reduced pulmonary function in wind instrument players. *Arch Med Res.* 2006;37:506–10.
18. Smith J, Kreisman H, Colacone A, Fox J, Wolkove N. Sensation of inspired volumes and pressures in professional wind instrument players. *J Appl Physiol.* 1990;68:2380–3.
19. Nield M, Arora A, Dracup K, Hoo GW, Cooper CB. Comparison of breathing patterns during exercise in patients with obstructive and restrictive ventilatory abnormalities. *J Rehabil Res Dev.* 2003;40:407–14.
20. Must A, Jackes PF, Dallal GE, Bajema CJ, Dietz WH. Long term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *N Engl J Med.* 1992;327:1350–5.