

MEDICIÓN DEL VO₂ MÁX. A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE COURSE NAVETTE EN ALUMNOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO

AUTORES:

M^a del Mar García Lázaro. Diplomada en Profesorado de E.G.B. Especialidad: Educación Física. Licenciada en Psicopedagogía. Profesora de Educación Física.

Esmeraldo Martínez Pardo. Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Licenciado en Psicopedagogía. Profesor de Educación Física.

Luis Carrasco Páez. Doctor en Educación Física. Master Universitario en Alto Rendimiento Deportivo. Profesor Ayudante, Facultad de Ciencias de la Educación (Sevilla).

Pedro Emilio Alcaraz Ramón. Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Master Universitario en Alto Rendimiento Deportivo. Becario de investigación, Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (UCM).

Francisco Pradas de la Fuente. Diplomado en Profesorado de E.G.B. Especialidad: Educación Física. Licenciado en Educación Física. Master Universitario en Alto Rendimiento Deportivo. Profesor Ayudante. De la Universidad de Zaragoza

Resumen

El control y valoración de la condición física es fundamental para evitar problemas cardiovasculares en la Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.). El objetivo de este estudio fue valorar el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) a través de la prueba de Course Navette en alumnos de E.S.O. y Bachillerato. Se tomó como muestra a 281 alumnos que se encontraban cursando 1º, 2º, 3º, 4º de la E.S.O. y 1º de Bachillerato. Los resultados reflejaron diferencias significativas entre las chicas y chicos en la variable relacionada con el VO₂ max, siendo ésta mayor en el género masculino. El grupo de 1º de Bachillerato presentó unos valores significativamente mayores en comparación con el resto de cursos. Cuando se compara el primer y segundo ciclo de la E.S.O., no aparecen diferencias significativas en el VO₂ máx. Se ha observado que un porcentaje considerable de los adolescentes presenta riesgo cardiovascular asociado a una baja capacidad aeróbica.

Palabras clave: Resistencia, consumo máximo de oxígeno, prueba de aptitud física, evaluación, condición física.

~~~ :: ~~~

### INTRODUCCIÓN.

Bien es sabido que la inactividad física puede ocasionar graves problemas de salud, y sin embargo ésta que sigue aumentando en nuestros días. Una adolescencia sedentaria, por ejemplo, contribuye a un principio progresivo de enfermedad aterotrombótica cardiovascular (10). De forma que, la mejora de la condición física del individuo sigue siendo determinante para el desarrollo integral del adolescente. Por ello, se entiende que la condición física representa una de las facetas de la actividad física y del deporte, que puede tener a corto y largo plazo una influencia potencial sobre la salud y el bienestar de niños, adolescente y adultos (8). De hecho, la *Condición Física*, es un bloque de contenidos que se encuentra integrado en el currículo educativo de todos los ciclos, distribuyéndose junto al resto de bloques a lo largo del calendario escolar (7).

Por lo tanto, una correcta valoración de la actividad física será esencial para observar los efectos de la intervención física que se esté llevando a cabo. Para dicha valoración, la condición física se ha estructurado en diferentes componentes, estos son: el morfológico, el muscular, el motor, y el cardiorrespiratorio. De forma que, cada uno de estos componentes puede ser medido con diferentes tests (10).

Uno de los test más utilizados en secundaria para la medición del componente cardiorrespiratorio, a través de la potencia aeróbica máxima, es el test de Course Navette o test de Luc Léger (4). La utilidad de este test radica en que es un test de esfuerzo, de intensidad progresiva hasta el agotamiento, concebido para su realización en canchas deportivas, sobre una distancia de 20 m. Cuanto mayor sea el valor de consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.), mayor capacidad tendrá el organismo para producir energía mediante el metabolismo aeróbico y, menor será la necesidad de recurrir al metabolismo anaeróbico láctico (2).

Por lo tanto, si los alumnos ejecutan dicho test al final de cada uno de los trimestres, el valor obtenido puede darnos a conocer si han existido cambios con respecto a la cualidad física de la resistencia a lo largo del curso escolar. De forma que, dicho test se encuentra recomendado y viene a ser considerado como un test alternativo de útil inclusión en la batería de ejercicios físico-saludables para escolares.

Por todo ello, el objetivo de este estudio fue aplicar el test de Course Navette en los alumnos y alumnas de la Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato con el fin de observar el estado de los mismos en los diferentes cursos y ciclos.

## **MATERIAL Y MÉTODO.**

Para la realización de este estudio, de carácter descriptivo y transversal, se tomaron como sujetos de estudio a un total de 281 alumnos, de los cuales 146 eran chicos y 135 eran chicas. Dichos alumnos se encontraban en el curso 1º, 2º, 3º, y 4º de la E.S.O., así como en 1º de Bachillerato durante el año escolar 2005-2006. Las características generales de los alumnos se muestran en la tabla 1.

Tras registrar los datos relativos a las características de los sujetos, y después de realizar un calentamiento específico, se comenzó con la realización del test de Course Navette. Esencialmente este test consiste en correr, con carreras de ida y vuelta una distancia de 20 m, por un pasillo de 1 m de anchura. El ritmo de carrera se marcó por una cinta de sonido convenientemente calibrada. Los sujetos testados debían ajustar su velocidad de carrera de tal manera que a cada pitido se encontraran en uno de los dos extremos del pasillo. Cuando un sujeto no era capaz de seguir el ritmo marcado por las señales sonoras debía abandonar la pista, registrándose así el estadio alcanzado. En su versión original el test se inicia a una velocidad de  $7,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  (equivalente a 7 METs) que se incrementa en  $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  cada 2 minutos. Cada 30 segundos la cinta sonora indica el estadio, de tal forma que los sujetos pueden decidir si están en condiciones o no, de continuar el test y completar otro  $\frac{1}{4}$  de estadio. El  $VO_2$  máx. puede obtenerse a partir de la fórmula siguiente (6):  $VO_2 \text{ máx.} = (5,857 \times V) - 19,458$  (SEE:  $\pm 5,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ;  $r = 0.84$ ). (Donde el  $VO_2$  máx. viene expresado en  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  y V es la velocidad máxima alcanzada en  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete informático SPSS 13.0 en el entorno de Windows. Se realizó un análisis descriptivo básico de los datos obtenidos, expresados como media  $\pm$  desviación típica. Se efectuó la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* para determinar el tipo de distribución presentado por cada una de las variables consideradas en el estudio. Se utilizó un *T-test*, para muestras independientes, con el fin de estudiar las diferencias en la media entre el grupo masculino y femenino, así como para observar las diferencias entre el primer y segundo ciclo. Se efectuó un análisis de la varianza (ANOVA) con *Post Hoc Tukey* para establecer las comparaciones pertinentes entre los grupos de curso. En todo caso se estableció un intervalo de confianza del 95%.

## RESULTADOS.

Las características generales de los sujetos participantes en el estudio, así como su índice de masa corporal (IMC) y consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.), quedan reflejadas en la tabla 1. Se observan diferencias significativas entre las chicas y chicos en las variables relacionadas con el peso, talla, IMC y  $VO_2$  máx., siendo éstas mayores en el género masculino de la muestra.

**Tabla 1.** Características físicas de los sujetos (media $\pm$ SD) y valores fisiológicos del  $VO_2$ max.

| VARIABLES                                | Muestra<br>(n = 281) | Chicos<br>(n = 146) | Chicas<br>(n = 135) |
|------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Edad (años)                              | 14.6 $\pm$ 1.5       | 14.5 $\pm$ 1.6      | 14.7 $\pm$ 1.3      |
| Peso (kg)                                | 57.8 $\pm$ 11.6      | 62.0 $\pm$ 13.1     | 53.2 $\pm$ 7.4*     |
| Talla (cm)                               | 168 $\pm$ 9          | 171 $\pm$ 10        | 165 $\pm$ 5*        |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                 | 20.3 $\pm$ 2.9       | 21.0 $\pm$ 3.1      | 19.6 $\pm$ 2.6*     |
| $VO_2$ max<br>(ml·kg <sup>-1</sup> ·min) | 39.5 $\pm$ 7.1       | 43.1 $\pm$ 6.7      | 35.5 $\pm$ 4.6*     |

IMC = Índice de masa corporal;  $VO_2$  max = Consumo máximo de oxígeno; \* = diferencias significativas respecto a los sujetos masculinos.

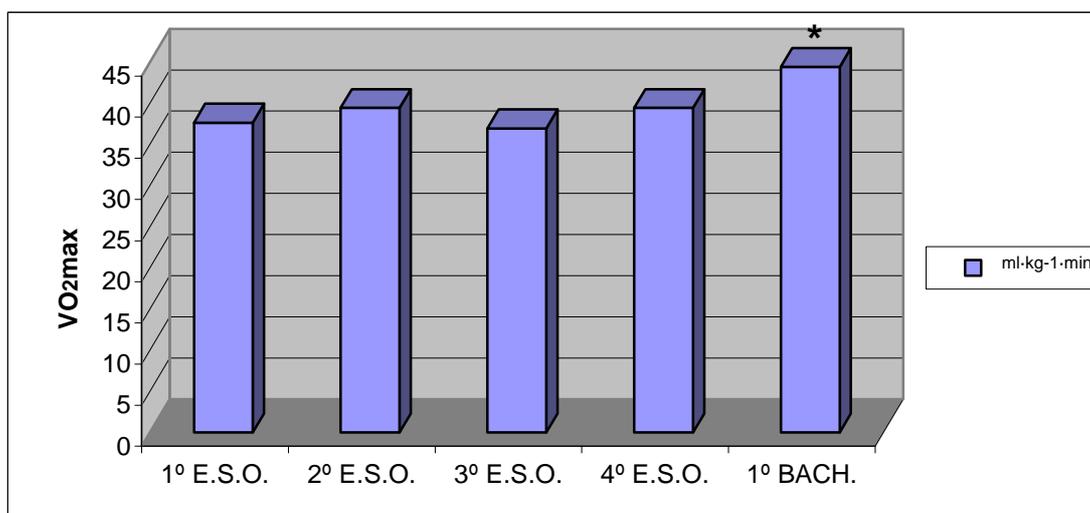
En la tabla 2 se pueden observar las características físicas de los sujetos, así como los valores de  $VO_2$  máx. por grupo de curso, además de las diferencias significativas entre los distintos grupos.

**Tabla 2.** Características físicas de los sujetos (media±SD) y valores fisiológicos del VO<sub>2</sub>max por grupos de curso.

| Variables                                         | 1º E.S.O.<br>(n = 39)   | 2º E.S.O.<br>(n = 51)    | 3º E.S.O.<br>(n = 71)    | 4º E.S.O.<br>(n = 68)    | 1º BACH.<br>(n = 52)     |
|---------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Edad (años)                                       | 12.3±0.6 <sup>bce</sup> | 13.4±0.5 <sup>acde</sup> | 14.6±0.7 <sup>abde</sup> | 15.4±0.6 <sup>abce</sup> | 16.4±0.5 <sup>abcd</sup> |
| Peso (kg)                                         | 48.6±9.4 <sup>cde</sup> | 54.8±13.0 <sup>de</sup>  | 58.8±11.0 <sup>a</sup>   | 60.8±9.6 <sup>ab</sup>   | 62.5±10.4 <sup>ab</sup>  |
| Talla (cm)                                        | 160±8 <sup>bcdde</sup>  | 165±6 <sup>acde</sup>    | 169±7 <sup>a</sup>       | 171±8 <sup>ab</sup>      | 171±9 <sup>ab</sup>      |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                          | 19.0±3.0 <sup>e</sup>   | 20.0±4.1                 | 20.5±2.9                 | 20.6±2.3                 | 21.2±2.0 <sup>a</sup>    |
| VO <sub>2</sub> max<br>(ml·kg <sup>-1</sup> ·min) | 37.6±5.0 <sup>e</sup>   | 39.4±7.0 <sup>e</sup>    | 36.9±7.3 <sup>e</sup>    | 39.4±6.6 <sup>e</sup>    | 44.4±6.5 <sup>abcd</sup> |

IMC = Índice de masa corporal; VO<sub>2</sub> max = Consumo máximo de oxígeno; <sup>a</sup> = diferencias significativas con respecto a 1º ESO; <sup>b</sup> = diferencias significativas con respecto a 2º ESO; <sup>c</sup> = diferencias significativas con respecto a 3º ESO; <sup>d</sup> = diferencias significativas con respecto a 4ª ESO; <sup>e</sup> = diferencias significativas con respecto a 1º Bachillerato.

La figura 1, muestra los valores con incremento significativo en lo que a VO<sub>2</sub> máx. se refiere para el curso de 1º de Bachillerato, siendo éstos superiores en relación al resto de cursos.



**Figura 1.** Relación del consumo máximo de oxígeno entre cursos. VO<sub>2</sub> max = Consumo máximo de oxígeno; \* = diferencias significativas respecto al resto de cursos.

Cuando se realiza una comparativa de las características tanto físicas como fisiológicas entre el primer y segundo ciclo de la E.S.O., se hallaron valores significativamente mayores en la edad, peso, talla e IMC del alumnado que integraba el 2º Ciclo de la E.S.O. Sin embargo no se hallaron diferencias significativas en los valores de VO<sub>2</sub> máx. entre el primer y segundo ciclo.

**Tabla 3.** Características físicas de los sujetos (media±SD) y valores fisiológicos del VO<sub>2</sub> max por ciclos.

| Variables                                         | 1er. Ciclo E.S.O.<br>(n = 90) | 2º Ciclo E.S.O.<br>(n = 139) |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Edad (años)                                       | 12.9±0.8                      | 15.0±0.8*                    |
| Peso (kg)                                         | 52.2±12.0                     | 59.7±10.3*                   |
| Talla (cm)                                        | 163±8                         | 170±8*                       |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                          | 19.6±3.6                      | 20.5±2.6*                    |
| VO <sub>2</sub> max<br>(ml·kg <sup>-1</sup> ·min) | 38.6±6.2                      | 38.1±7.0                     |

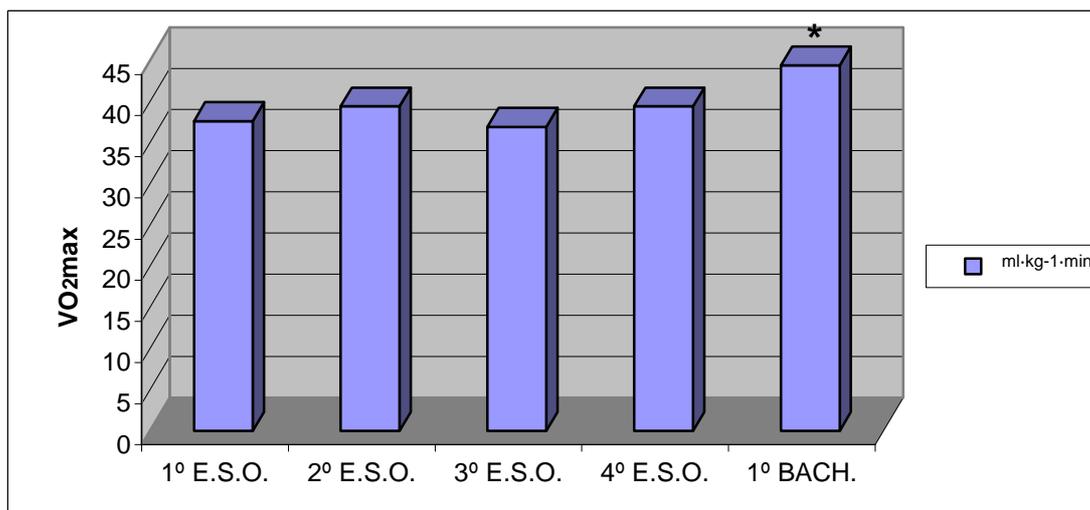
IMC = Índice de masa corporal; VO<sub>2</sub> max = Consumo máximo de oxígeno; \* = diferencias significativas respecto al 1<sup>er</sup> Ciclo.

Al realizar una comparativa entre los géneros de cada uno de los cursos (Tabla 4), se observa como las alumnas de 3º, 4º de la E.S.O. y 1º de Bachillerato presentan valores significativamente inferiores en el peso, talla e IMC con respecto al género masculino que integra cada uno de esos cursos. A su vez, las chicas de cada uno de los cursos obtuvieron valores significativamente inferiores en las mediciones de VO<sub>2</sub> máx. al compararlos con los mostrados por el género masculino (Figura 2).

**Tabla 4.** Características físicas de los sujetos (media±SD) y valores fisiológicos del VO<sub>2</sub> max por grupos de curso y género.

| Variables                                         | 1º E.S.O.        |                  | 2º E.S.O.        |                  | 3º E.S.O.        |                  | 4º E.S.O.        |                  | 1º BACH.         |                  |
|---------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                                   | Chicos<br>(n=25) | Chicas<br>(n=14) | Chicos<br>(n=30) | Chicas<br>(n=21) | Chicos<br>(n=34) | Chicas<br>(n=37) | Chicos<br>(n=33) | Chicas<br>(n=35) | Chicos<br>(n=24) | Chicas<br>(n=28) |
| Edad (años)                                       | 12.2±0.5         | 12.4±0.6         | 13.5±0.6         | 13.3±0.5         | 14.6±0.8         | 14.5±0.7         | 15.6±0.8         | 15.3±0.4         | 16.5±0.5         | 16.3±0.5         |
| Peso (kg)                                         | 49.7±11.0        | 46.7±5.6         | 57.6±13.1        | 50.9±12.0        | 64.1±12.5        | 53.8±6.2*        | 66.4±10.1        | 55.4±4.9*        | 71.3±7.3         | 54.9±5.5*        |
| Talla (cm)                                        | 161±9            | 158±6            | 166±7            | 164±4            | 173±7            | 165±5*           | 176±7            | 167±5*           | 178±7            | 165±5*           |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )                          | 19.2±3.2         | 18.7±2.5         | 20.7±3.6         | 18.9±4.6         | 21.4±3.3         | 19.7±2.2*        | 21.3±2.4         | 20.0±2.0*        | 22.4±1.8         | 20.2±1.6*        |
| VO <sub>2</sub> max<br>(ml·kg <sup>-1</sup> ·min) | 38.8±4.8         | 35.5±4.6*        | 43.0±6.8         | 34.2±2.8*        | 42.1±6.7         | 32.1±3.4*        | 42.9±7.0         | 36.1±4.0*        | 49.5±5.2         | 40.1±3.9*        |

IMC = Índice de masa corporal; VO<sub>2</sub> max = Consumo máximo de oxígeno; \* = diferencias significativas respecto a los sujetos masculinos.



**Figura 1.** Relación del consumo máximo de oxígeno entre cursos. VO<sub>2</sub> máx. = Consumo máximo de oxígeno; \* = diferencias significativas respecto al resto de cursos.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se ha analizado el VO<sub>2</sub> máx. obtenido en un total de 281 alumnos del primer y segundo ciclo de la E.S.O., así como de 1º de Bachillerato gracias al test de Course Navette. Si se tienen en cuenta los resultados obtenidos en el estudio de Léger y col. (5), el test de carrera lanzada de 20 m es un test fiable y válido tanto para niños ( $R = 0.89$ ), como para adultos ( $R = 0.95$ ). Por lo tanto, los resultados del presente estudio pueden ser considerados como válidos y fiables.

Al realizar una comparación entre géneros, se han encontrado diferencias significativas entre las chicas y chicos en diversas variables, siendo el VO<sub>2</sub> max significativamente mayor en el género masculino. Así mismo, estas diferencias se repiten cuando la comparación entre géneros se realiza por cursos, mostrándose en las chicas de cada uno de los cursos valores significativamente inferiores en las mediciones de VO<sub>2</sub> max al compararlos con los hallados en el género masculino. Los resultados coinciden con el estudio de González-Gross y col. (1), donde se hallaron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre géneros en los resultados obtenidos en el test de Course-Navette pasado a 101 adolescentes.

Por otro lado, al comparar el VO<sub>2</sub> máx. entre cada uno de los grupos de estudio, se observa en el grupo de 1º de Bachillerato unos valores significativamente mayores en comparación con el resto de cursos. Sin embargo, cuando se estudian los valores obtenidos al medir el componente cardiorrespiratorio del primer y segundo ciclo de la E.S.O., no aparecen diferencias significativas en el VO<sub>2</sub> máx.

El rango de edad de la presente muestra es de 12-16 años. Si se comparan los datos obtenidos en este estudio en relación al VO<sub>2</sub> máx. ( $43.1 \pm 6.7$ ;  $35.5 \pm 4.6$ ; y  $39.5 \pm 7.1$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>. para chicos, chicas, y el total de la muestra, respectivamente) con los del estudio de Liu y col. (5) (realizado con 48 escolares de edades comprendidas entre 12 y 15 años, con un VO<sub>2</sub> max de  $53.34 \pm 6.95$ ;  $46.26 \pm 6.04$ ; y  $49.97 \pm 7.59$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>).

<sup>1</sup>min. para chicos, chicas, y el total de la muestra, respectivamente), los sujetos del presente estudio poseen un nivel aeróbico muy inferior.

Si se tienen en cuenta los umbrales de riesgo cardiovascular que propone el grupo AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes), correspondientes a un  $\text{VO}_2$  máx. de  $42 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min.}$  para chicos y  $35 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min.}$  para chicas mayores de trece años (9), se observa que tanto los chicos como las chicas del presente estudio están al límite de dicho umbral. Estos hallazgos podrían sugerir que los programas educativos de Educación Física, por sí solos, no ofrecen mejoras en la capacidad aeróbica. De hecho, esta misma afirmación es señalada en el estudio de Koutedakis y Bouziotas (3) realizado con alumnos de Educación Secundaria, donde se concluye que el programa curricular Griego de Educación Física no logra alcanzar los niveles motores y cardiovasculares requeridos relacionados con la salud.

## CONCLUSIONES

En este estudio, se valoró el  $\text{VO}_2$  máx. en una muestra de 281 alumnos, así como las diferencias existentes entre géneros, cursos y ciclos educativos. Quedando reflejadas diferencias significativas entre las chicas y chicos en la variable relacionada con el  $\text{VO}_2$  máx., siendo ésta mayor en el género masculino. Así mismo, estas diferencias se repiten cuando la comparación entre géneros se realiza por cursos, mostrándose en las chicas de cada uno de los cursos valores significativamente inferiores en las mediciones de  $\text{VO}_2$  máx. al compararlos con los hallados en el género masculino. Por otro lado, al comparar el  $\text{VO}_2$  máx. entre cada uno de los grupos de estudio, aparece en el grupo de 1º de Bachillerato unos valores significativamente mayores en comparación con el resto de cursos. Sin embargo, cuando se comparan los valores obtenidos al medir el componente cardiorrespiratorio del primer y segundo ciclo de la E.S.O., no aparecen diferencias significativas en el  $\text{VO}_2$  máx.

Como conclusión final y tras comparar los datos del estudio con los que muestra el estudio de AVENA (9), que obtuvo valores normativos de condición física de la población española, se puede afirmar que un porcentaje considerable de estos adolescentes presenta riesgo cardiovascular asociado a una baja capacidad aeróbica.

## BIBLIOGRAFÍA

- González-Gross, M., Ruiz, J.R., Moreno, L.A., Rufino-Rivas, P., Garaulet, M., Mesana, M.I., y Gutiérrez, A. (2003). Body composition and physical performance of Spanish adolescents: the AVENA pilot study. *Acta Diabetol*, 40: S299-S301.
- Jódar, R. (2003). Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de Course navette para determinar de manera indirecta el  $\text{VO}_2$  Max. *Rev. Int. Med. Act. Fís. Deporte*. No. 11.
- Koutedakis, Y., Bouziotas, C. (2003). National physical education curriculum: motor and cardiovascular health related fitness in Greek adolescents. *Br. J. Sports Med.* 37: 311-314.

- Léger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., y Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J. Sports Sci.* 6: 93-101.
- Liu, N.Y.S., Plowman S.A., y Looney M.A. (1992). The reliability and validity of the 20-meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. *Res. Quart. Exerc. Sport.* 63: 360-365.
- López, J.A., y Gorostiaga, E. (2006). Evaluación del deportista de alto rendimiento deportivo. Módulo 4.5. En: Master universitario de alto rendimiento deportivo. Madrid. Centro Olímpico de Estudios Superiores. COE. Segundo curso.
- Martínez, E.J. (2004). Aplicación del Test de Cooper, Course Navette y Test de Ruffier, resultados y análisis estadístico en Educación Secundaria. *Rev. Int. Med. Act. Fís. Deporte.* No. 15.
- Michaud, P.A., Narring, F. (1996). La condition physique des enfants et des adolescents: comment la mesurer? Une revue de la littérature. *Arch. Pédiatr.* 3: 497-504.
- Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., Moreno, L.A., González-Gross, M., Wärnberg, J., Gutiérrez, A., Avena Group. (2005). Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev. Esp. Cardiol.* 58: 898-909.
- Vanhees, L., Lefevre, J., Philippaerts, R., Martens, M., Huygens, W., Troosters, y T., Beunen G. (2005). How to asses physical activity? How to asses physical fitness? *Eur. J. Cardiol. Preven. Rehab.* 12: 102-114.