

Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA)

Francisco B. Ortega^a, Jonathan R. Ruiz^a, Manuel J. Castillo^a, Luis A. Moreno^b, Marcela González-Gross^{a,c}, Julia Wärnberg^d, Ángel Gutiérrez^a y Grupo AVENA*

^aGrupo EFFECTS-262. Departamento de Fisiología. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. Granada. España.

^bEscuela Universitaria de Ciencias de la Salud. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España.

^cFacultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España.

^dInstituto de Nutrición y Bromatología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. España.

Introducción y objetivos. En diversos estudios se ha mostrado la relación entre el nivel de forma física durante la infancia-adolescencia y el riesgo cardiovascular en la edad adulta. Dado que no se dispone de datos relativos al nivel de condición física de los adolescentes españoles, los objetivos de este estudio son: *a*) determinar el nivel de condición física de los adolescentes españoles y establecer valores de referencia que puedan ser utilizados en el medio sanitario y educativo como indicadores de salud cardiovascular, y *b*) conocer la proporción de adolescentes españoles que no alcanza valores de capacidad aeróbica indicativos de salud cardiovascular futura.

Sujetos y método. Se ha utilizado la batería EUROFIT modificada para evaluar la condición física de una muestra representativa de adolescentes españoles ($n = 2.859$; 1.357 varones y 1.502 mujeres) procedente del estudio AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes).

Resultados. Se han obtenido los valores normativos de condición física de la población adolescente española. El rango del percentil 5 respecto a la capacidad aeróbica máxima (test de Course Navette) es de 2,0-3,3 y 1,4-1,9 *paliers* para varones y mujeres, respectivamente. Casi 1 de cada 5 adolescentes presenta riesgo cardiovascular futuro sobre la base de su capacidad aeróbica. Este subgrupo de adoles-

centes mostró también una peor forma física que el resto de adolescentes en todas las pruebas físicas realizadas.

Conclusiones. Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten evaluar e interpretar correctamente el nivel de forma física de cualquier adolescente. Los resultados obtenidos indican la necesidad de mejorar el nivel de condición física de los adolescentes españoles.

Palabras clave: *Forma física. Adolescentes. Riesgo cardiovascular.*

Low Level of Physical Fitness in Spanish Adolescents. Relevance for Future Cardiovascular Health (AVENA Study)

Introduction and objectives. Several studies have demonstrated that physical fitness in childhood and adolescence is related to cardiovascular risk in adulthood. Current data on the physical fitness of Spanish adolescents are not available. Therefore, the aims of this study were: *a*) to assess the physical fitness of Spanish adolescents and establish reference values for use in health and educational settings as indicators of cardiovascular health, and *b*) to determine the percentage of Spanish adolescents below the minimum level of aerobic fitness needed to guarantee future cardiovascular health.

Subjects and method. The modified EUROFIT battery of tests was used to assess physical fitness in a representative sample of Spanish adolescents ($n=2859$; 1357 boys and 1502 girls) taking part in the AVENA (*Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes*) study.

Results. Standard parameters for the physical condition of Spanish adolescents are reported in this study. The 5th percentile for maximum aerobic capacity (Course Navette test) ranged from 2.0-3.3 *palier* in boys and from 1.4-1.9 *palier* in girls. The findings indicate that, on the basis of aerobic fitness, approximately 20% of Spanish adolescents have an increased risk of future cardiovascular disease. This subgroup also performed poorly in all other tests of physical fitness used.

Conclusions. The results reported in this study enable the level of physical fitness in adolescents to be interpre-

VÉASE EDITORIAL EN PÁGS. 887-90

Financiado por el Ministerio de Sanidad y Consumo (FIS n.º 00/0015), Panrico S.A., fondos FEDER-FSE, Ministerio de Educación y Ciencia (AP2003-2128) y Consejo Superior de Deportes (Ref: 05/UPB32/01). F.B.O. es investigador científico en formación becado por el Consejo Superior de Deportes (Ref: 09/UPB31/03 y Ref: 13/UPB20/04).

*En el anexo se relacionan los investigadores participantes en el estudio AVENA.

Correspondencia: Dr. F.B. Ortega Porcel.
Grupo EFFECTS-262. Departamento de Fisiología Médica. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. 18071 Granada. España.
Correo electrónico: ortegaf@ugr.es

Recibido el 17 de diciembre de 2004.

Aceptado para su publicación el 31 de marzo de 2005.

ABREVIATURAS

VO₂máx: consumo máximo de oxígeno.

ted as an indicator of future cardiovascular health. They also indicate that the physical fitness of Spanish adolescents must be improved to help protect against cardiovascular disease in adulthood.

Key words: *Fitness. Adolescents. Cardiovascular risk.*

Full English text available at: www.revespcardiol.org

INTRODUCCIÓN

En recientes estudios se ha puesto de manifiesto que la capacidad aeróbica y la fuerza muscular son potentes predictores de morbilidad y mortalidad por causa cardiovascular y por todas las causas, tanto en varones¹⁻³ como en mujeres²⁻⁵. El papel de una baja forma física como factor de riesgo cardiovascular supera incluso al de otros factores bien establecidos, como la dislipidemia, la hipertensión o la obesidad⁶.

Aunque las manifestaciones clínicas indicativas de enfermedad cardiovascular aterosclerótica suelen aparecer en la edad adulta, en la actualidad su inicio patológico se establece en la infancia o la adolescencia^{7,8} e incluso se han identificado factores de riesgo cardiovascular en estas edades⁹⁻¹². Algunos de ellos pueden llegar a predecir la morbimortalidad futura, como es el caso del sobrepeso infantil¹³. El estudio de dichos factores durante la etapa crucial de la adolescencia resulta, por tanto, determinante para el diagnóstico y la prevención de las condiciones asociadas a la enfermedad cardiovascular en el adulto. En este sentido, en diversos estudios transversales se ha demostrado la relación entre el nivel de forma física y otros factores de riesgo cardiovascular durante la infancia y la adolescencia¹⁴⁻¹⁶. Del mismo modo, en importantes estudios longitudinales se ha constatado que el nivel de condición física que se posee en la vida adulta, así como la presencia de otros factores de riesgo cardiovascular convencionales (hipercolesterolemia, hipertensión, etc.), está condicionado por el nivel de forma física que se tiene en la infancia o la adolescencia¹⁷⁻²¹. En consecuencia, para valorar el riesgo cardiovascular futuro de la forma más precoz posible, dicha evaluación debe comenzar necesariamente en la infancia o la adolescencia. Por otro lado, para una correcta valoración del nivel de forma física bajo una perspectiva clínica es necesario disponer de valores de referencia actualizados de la población de estudio. El objeto del presente

trabajo es precisamente establecer los valores de normativos de condición física de los adolescentes españoles.

SUJETOS Y MÉTODO

Sujetos y diseño experimental

El presente trabajo forma parte del Estudio AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional en Adolescentes), cuya metodología completa ha sido publicada con anterioridad²². Se trata de un estudio multicéntrico realizado en adolescentes de entre 13 y 18,5 años de edad. Con objeto de abarcar la heterogeneidad de la población, el estudio se realizó tanto en centros públicos como privados de enseñanza secundaria o formación profesional.

El muestreo fue polietápico, aleatorizado y estratificado según la procedencia (Granada, Madrid, Santander, Zaragoza y Murcia), las condiciones socioeconómicas (según la localización del centro educativo, información aportada por las diferentes consejerías de educación autonómicas), el sexo y la edad. Se establecieron los siguientes criterios de exclusión: diagnóstico clínico de diabetes, embarazo, uso de alcohol o drogas y, en general, presencia de enfermedades no relacionadas directamente con la nutrición. La exclusión efectiva del estudio se aplicó *a posteriori*, sin conocimiento por parte de los alumnos, para evitar situaciones no deseadas.

Para la determinación del tamaño total de la muestra se tomó el parámetro de mayor varianza en la población, para lo que se utilizaron los datos publicados en la bibliografía cuando se planeó el estudio²³, es decir, el índice de masa corporal (IMC). El muestreo estuvo determinado por esta dispersión. El nivel de confianza es del 95% con un error $\pm 0,25$. Se calculó un número de 2.100 sujetos para el estudio completo. El número total se distribuyó igualmente por ciudades y de manera proporcional por sexo y grupos de edad (13, 14, 15, 16 y 17-18,5 años). La muestra se sobredimensionó para prevenir pérdidas de información. Se ajustó finalmente con un factor de ponderación para equilibrar la muestra según la distribución de la población española y garantizar la representación real de cada uno de los grupos definidos por los dos factores mencionados (Fuente: Instituto Nacional de Estadística). Una vez eliminados los sujetos que no cumplían los criterios de inclusión en el estudio, el número final fue 2.859 (1.357 varones y 1.502 mujeres).

El estudio se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki (revisión de Hong-Kong, septiembre de 1989) y de acuerdo con las recomendaciones de Buena Práctica Clínica de la CEE (documento 111/3976/88 de julio de 1990) y la normativa legal vigente española que regula la investigación clínica en humanos (Real Decreto 561/1993 sobre ensayos clínicos). El estudio ha sido

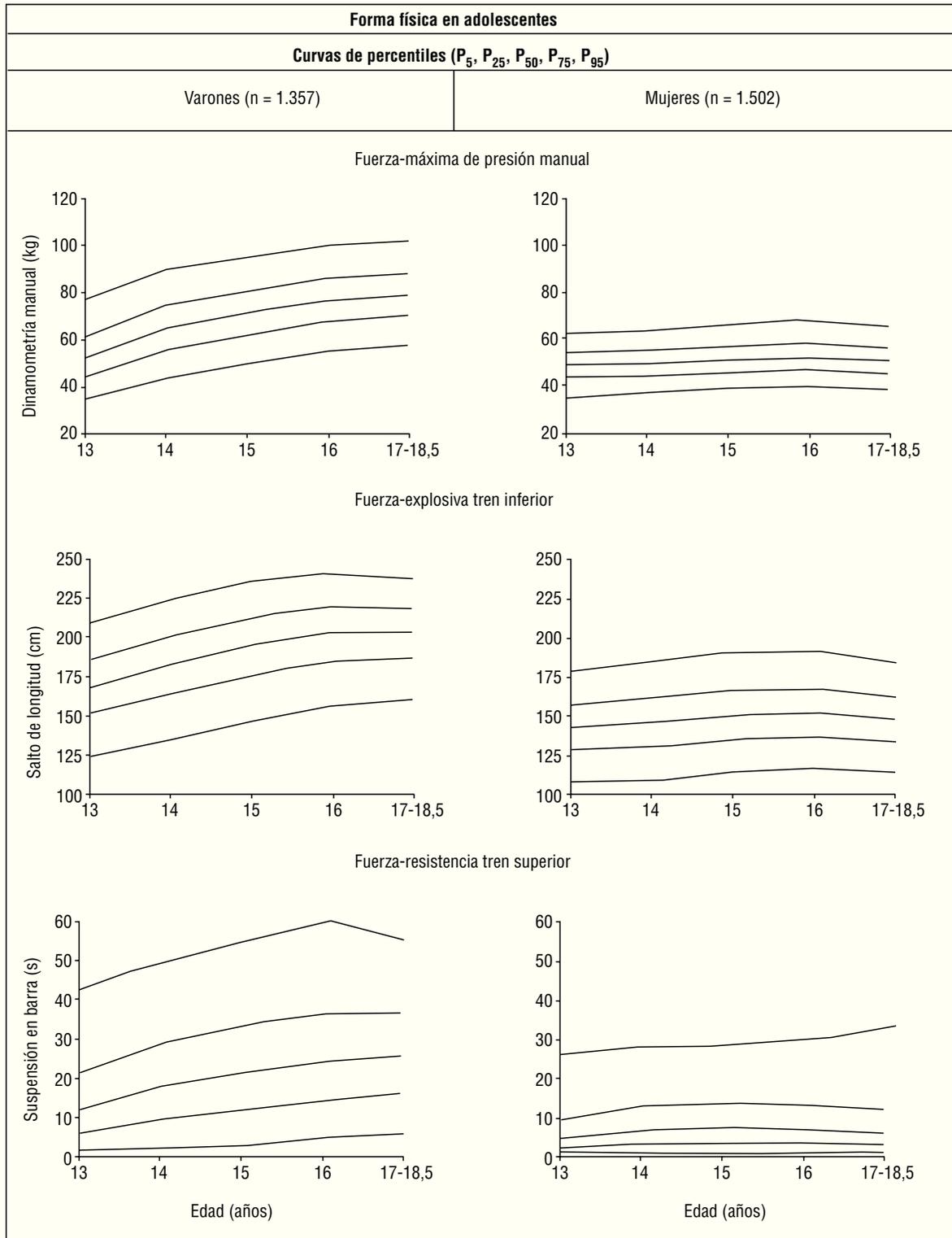


Fig. 1a. Curvas de percentiles (de abajo arriba: P_5 , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{95}) de 3 tests para evaluar diferentes manifestaciones de la fuerza muscular. El proceso de suavizado de percentiles se realizó mediante el método LMS.

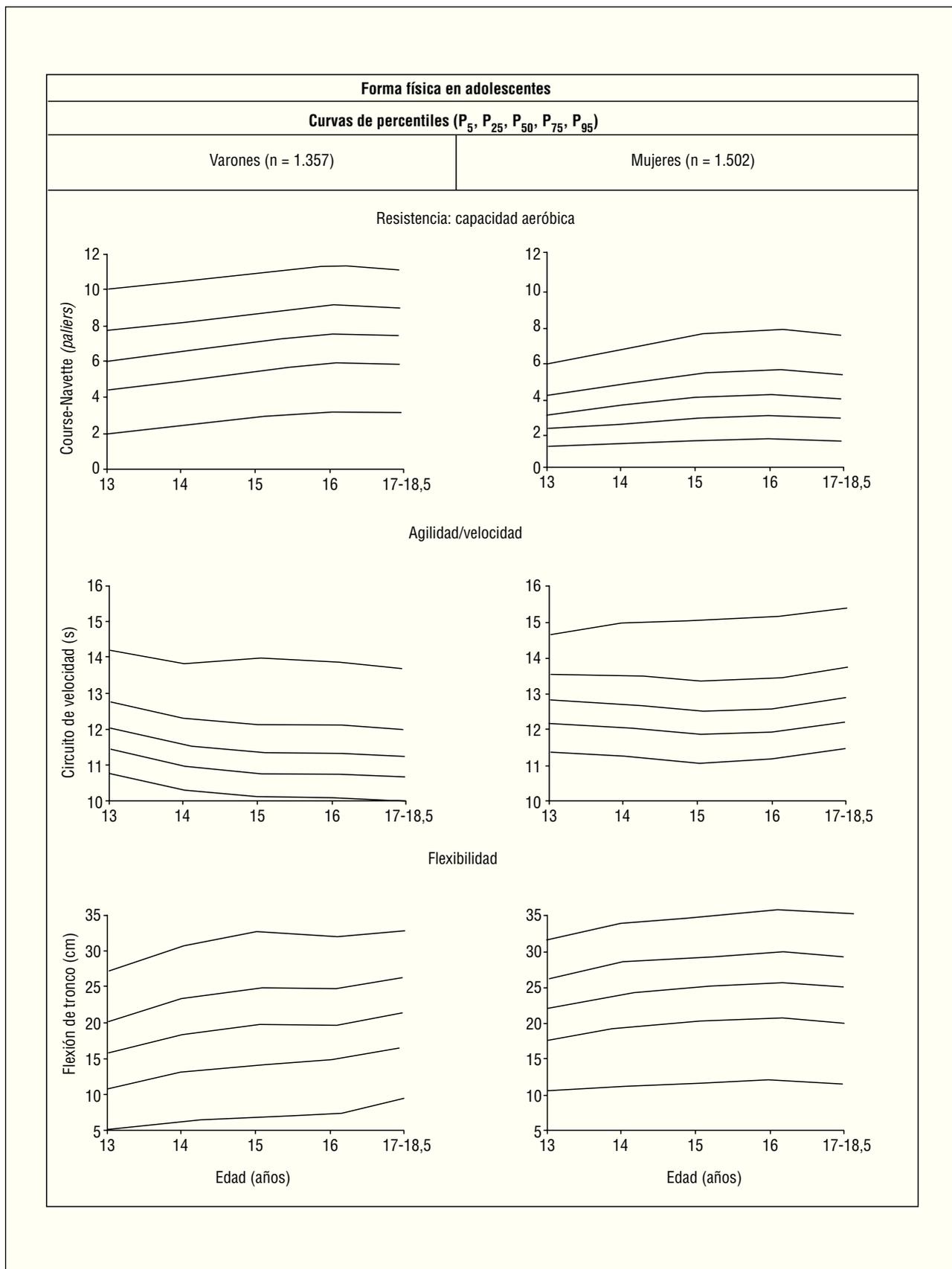


Fig. 1b. Curvas de percentiles (de abajo arriba: P_5 , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{95}) de 3 tests que evalúan diferentes cualidades físicas. El proceso de suavizado de percentiles se realizó mediante el método LMS.

sometido a valoración y ha obtenido la aprobación de los comités de ética del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla (Santander, España).

Evaluación de la condición física

Antes del estudio se realizaron talleres de entrenamiento de los investigadores involucrados en el proyecto para la estandarización, validación y estudio de la fiabilidad de la medida²⁴. Seis pruebas integradas dentro de la batería EUROFIT²⁵, validada y estandarizada por el Consejo de Europa, fueron aplicadas en el orden que se indica:

1. Flexión de tronco adelante en posición sedente. Con el sujeto sentado en el suelo y valiéndose de un soporte estandarizado²⁶ se determinó la máxima distancia alcanzada con la punta de los dedos mediante la flexión anterior del tronco. Test indicativo de la amplitud de movimiento o flexibilidad.

2. Dinamometría manual. Mediante el empleo de un dinamómetro digital Takei TKK 5101 (rango, 5-100 kg) se valoró la fuerza de prensión manual máxima en ambas manos.

3. Salto de longitud con pies juntos y sin impulso. Se registró la máxima distancia horizontal alcanzada. Esta prueba evalúa la fuerza explosiva de las extremidades inferiores.

4. Suspensión con flexión de brazos. Se utilizó un test estandarizado para valorar el máximo tiempo de suspensión en una barra fija. Esta prueba estima la fuerza-resistencia del tren superior.

5. Carrera de ida y vuelta: 4 × 10 m. Con esta prueba se evaluó de manera integrada la velocidad de desplazamiento y la coordinación. Para ello el sujeto hacía 4 carreras de ida y vuelta a la máxima velocidad posible entre 2 líneas separadas 10 m. En cada extremo depositaba y recogía un objeto (esponja) situado en el suelo y junto a la línea.

6. Test de Course-Navette. Esta prueba evalúa la capacidad aeróbica máxima a partir de un test de campo indirecto-incremental-máximo de ida y vuelta de 20 m²⁷, utilizando las ecuaciones propuestas por Léger et al²⁸ para estimar el consumo máximo de oxígeno (VO₂máx). La fiabilidad y validez de este test para predecir el VO₂máx en niños y adolescentes han sido suficientemente demostradas²⁸⁻³⁰. Para obtener de un modo fácil y rápido el VO₂máx a partir del resultado obtenido en el Course-Navette es suficiente con introducir la edad (E) y la velocidad final (V = 8 + 0,5 × último estadio completado) en la siguiente fórmula (r = 0,7; para niños/as-adolescentes de 8 a 19 años)²⁸:

$$VO_2\text{máx} = 31,025 + 3,238V - 3,248E + 0,1536VE$$

Análisis estadístico

En las tablas de valores de referencia y curvas de percentiles se realizó un proceso de suavizado de los percentiles mediante la aplicación del método LMS (Latent Moderated Structural)³¹, para el cual se utilizó el programa LMS versión 1.16 diseñado por Huiqi Pan (Institute of Child Health, 1998-2002). En una segunda fase del análisis, la muestra total fue dividida en: grupo con capacidad aeróbica indicativa de riesgo cardiovascular futuro y grupo formado por el resto de adolescentes. Para el análisis inferencial, destinado a detectar diferencias entre ambos grupos, se utilizó el test no paramétrico de Mann-Whitney, tras constatar previamente la no normalidad de las variables de estudio. Todo el análisis estadístico se desarrolló con el paquete estadístico SPSS v12.0.1 para Windows XP.

RESULTADOS

En las tablas 1-6 se muestran los valores de referencia de la condición física de los adolescentes españoles, clasificados por edad y sexo, y expresados en per-

TABLA 1. Valores normales de la condición física de los adolescentes españoles. Dinamometría manual: suma de ambas manos (fuerza máxima de prensión manual)

	P ₁₀	P ₂₀	P ₃₀	P ₄₀	P ₅₀	P ₆₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₁₀₀
Mujeres										
13 años	37,8	40,9	43,6	46,0	48,1	48,1	50,2	52,5	55,1	58,7
14 años	39,2	42,4	44,8	46,9	48,9	48,9	51,0	53,2	55,9	59,8
15 años	40,9	44,1	46,4	48,5	50,6	50,6	52,7	55,1	57,9	62,1
16 años	42,0	45,1	47,5	49,7	51,8	51,8	54,0	56,5	59,6	64,1
17-18,5 años	40,3	43,4	45,7	47,8	49,8	49,8	52,0	54,3	57,2	61,4
Varones										
13 años	37,7	42,2	45,8	49,0	52,2	52,2	55,5	59,2	63,9	70,8
14 años	47,7	53,2	57,3	60,9	64,4	64,4	68,0	71,9	76,7	83,5
15 años	54,3	59,8	64,0	67,6	71,0	71,0	74,5	78,3	82,8	89,1
16 años	59,7	65,4	69,6	73,2	76,6	76,6	80,1	83,9	88,4	94,7
17-18,5 años	61,8	67,5	71,6	75,3	78,7	78,7	82,1	85,9	90,3	96,5

El proceso de suavizado de percentiles se realizó mediante el método LMS.

TABLA 2. Valores normales de la condición física de los adolescentes españoles. Suspensión con flexión de brazos (fuerza resistencia tren superior)

	P ₁₀	P ₂₀	P ₃₀	P ₄₀	P ₅₀	P ₆₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₁₀₀
Mujeres										
13 años	1,3	2,0	2,6	3,4	4,4	4,4	5,7	7,5	10,5	17,1
14 años	1,7	2,8	4,0	5,2	6,7	6,7	8,5	10,9	14,5	21,0
15 años	1,7	2,9	4,2	5,6	7,1	7,1	9,0	11,5	15,0	21,1
16 años	1,8	2,8	3,9	5,2	6,6	6,6	8,4	10,9	14,6	21,7
17-18,5 años	1,5	2,3	3,2	4,2	5,5	5,5	7,1	9,5	13,4	21,8
Varones										
13 años	2,7	4,9	7,0	9,3	11,9	11,9	14,9	18,7	23,8	32,6
14 años	4,2	7,4	10,5	13,7	17,0	17,0	20,8	25,4	31,4	41,0
15 años	5,8	9,8	13,5	17,1	20,8	20,8	25,0	29,8	36,1	45,9
16 años	7,8	12,4	16,4	20,2	24,1	24,1	28,4	33,4	39,7	49,4
17-18,5 años	9,5	14,1	17,9	21,5	25,1	25,1	29,0	33,4	38,9	47,2

El proceso de suavizado de percentiles se realizó mediante el método LMS.

TABLA 3. Valores normales de la condición física de los adolescentes españoles. Salto de longitud sin impulso (fuerza explosiva tren inferior)

	P ₁₀	P ₂₀	P ₃₀	P ₄₀	P ₅₀	P ₆₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₁₀₀
Mujeres										
13 años	116,0	125,2	132,0	137,7	143,2	143,2	148,6	154,4	161,3	170,9
14 años	117,5	127,1	134,2	140,3	146,1	146,1	152,0	158,3	165,8	176,4
15 años	122,1	131,7	138,8	144,9	150,8	150,8	156,8	163,3	171,1	182,1
16 años	124,9	134,0	140,8	146,7	152,3	152,3	158,0	164,3	171,7	182,3
17-18,5 años	121,8	130,5	136,9	142,5	147,8	147,8	153,2	159,0	166,0	175,8
Varones										
13 años	134,3	146,6	155,2	162,4	168,9	168,9	175,3	182,1	189,8	200,3
14 años	146,3	159,3	168,3	175,8	182,6	182,6	189,2	196,2	204,2	215,0
15 años	158,3	171,6	180,7	188,2	195,0	195,0	201,7	208,6	216,5	227,2
16 años	168,0	180,7	189,4	196,5	202,9	202,9	209,2	215,6	223,0	232,9
17-18,5 años	171,2	182,9	190,9	197,5	203,4	203,4	209,1	215,0	221,8	230,8

El proceso de suavizado de percentiles se realizó mediante el método LMS.

TABLA 4. Valores normales de la condición física de los adolescentes españoles. Carrera de ida y vuelta: 4 × 10 m (velocidad-agilidad)

	P ₁₀	P ₂₀	P ₃₀	P ₄₀	P ₅₀	P ₆₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₁₀₀
Mujeres										
13 años	11,2	11,6	11,9	12,2	12,4	12,4	12,7	13,0	13,3	13,8
14 años	11,0	11,4	11,7	12,0	12,3	12,3	12,6	12,9	13,3	14,0
15 años	10,8	11,2	11,5	11,8	12,0	12,0	12,3	12,7	13,2	14,0
16 años	11,0	11,3	11,6	11,9	12,1	12,1	12,5	12,8	13,3	14,1
17-18,5 años	11,2	11,6	11,9	12,2	12,5	12,5	12,8	13,1	13,6	14,3
Varones										
13 años	10,4	10,8	11,0	11,3	11,5	11,5	11,8	12,1	12,5	13,2
14 años	10,0	10,3	10,6	10,8	11,1	11,1	11,4	11,7	12,1	12,8
15 años	9,8	10,1	10,3	10,6	10,8	10,8	11,1	11,4	11,9	12,6
16 años	9,7	10,0	10,3	10,6	10,8	10,8	11,1	11,4	11,9	12,7
17-18,5 años	9,7	10,0	10,3	10,5	10,8	10,8	11,1	11,4	11,9	12,7

El proceso de suavizado de percentiles se realizó mediante el método LMS.

centiles suavizados del 10 al 100. En la figura 1 a y b se observan las curvas de los percentiles (P₅, P₂₅, P₅₀, P₇₅, P₉₅), para ambos sexos y en función de la edad, de

los diferentes tests de condición física. En ellas se aprecia claramente una mayor aptitud física por parte de los adolescentes varones, a excepción del test de

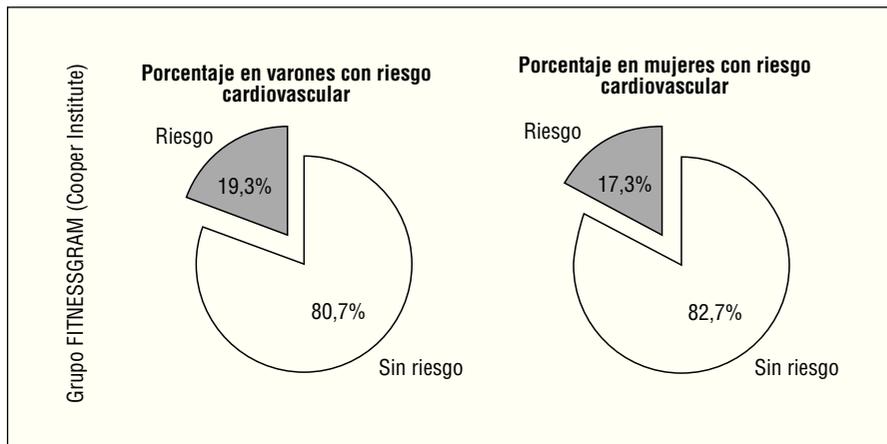


Fig. 2. Porcentajes de adolescentes con riesgo cardiovascular asociado a baja capacidad aeróbica, utilizando los puntos de corte propuestos en la bibliografía³². El umbral de riesgo cardiovascular para los adolescentes varones corresponde a un VO_2 máx de 42 ml/kg/min y para las mujeres a un VO_2 máx de 35 ml/kg/min de 14 años en adelante y de 38 ml/kg/min para las menores.

flexibilidad, en el que las mujeres mostraron un mejor rendimiento. De ambas figuras se desprende que, en general, entre los varones hay una mayor heterogeneidad que entre las mujeres en términos de aptitud física. Por otro lado, se aprecia una tendencia hacia un incremento del nivel de condición física en los varones conforme aumenta la edad, y hacia la estabilidad o un ligero aumento en el caso de las mujeres. En la figura 1b podemos observar que el rango del percentil 5 para los varones es de 2,0-3,3 y para las mujeres de 1,4-1,9, correspondiente al resultado alcanzado en el test de Course-Navette.

En la figura 2 se muestra el porcentaje de adolescentes españoles que posee riesgo cardiovascular futuro según su capacidad aeróbica actual, para lo que se utiliza el umbral de VO_2 máx indicativo de salud cardiovascular propuesto por la bibliografía³². Como se aprecia, este porcentaje supera el 17%, tanto en varones como en mujeres. Si se analiza el rendimiento mostrado por este grupo de adolescentes en el resto de tests estudiados, se observa que el grupo de adolescentes cuya capacidad aeróbica es indicativa de riesgo cardiovascular futuro posee también un peor rendimiento en las demás cualidades físicas (fuerza, velocidad/agilidad y flexibilidad), con diferencias significativas en todos los tests utilizados ($p \leq 0,001$) excepto en la dinamometría manual en las mujeres y la flexibilidad en los varones ($p \geq 0,05$) (fig. 3).

DISCUSIÓN

Antes de la exposición y discusión de los hallazgos de este trabajo es interesante definir y diferenciar algunos términos relacionados pero distintos que, en ocasiones, son utilizados erróneamente como sinónimos en la bibliografía. Estos conceptos son: actividad física, ejercicio físico y condición o forma física. En primer lugar, podemos afirmar que *actividad física* es cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que requiere un cierto gasto ener-

gético. El *ejercicio físico* estaría incluido en el concepto de actividad física, diferenciándose de ésta principalmente por la sistematización con la que se practica. El *ejercicio invisible* sería, a su vez, parte integrante del ejercicio físico, nuevo concepto que incluye todas las tareas que, con mayor o menor grado de intencionalidad, realiza el adulto diariamente (limpiar, cocinar, subir las escaleras, ir a los sitios andando, etc.) y de forma más o menos sistemática. Por último, la *forma física* o *condición física* es un concepto que engloba todas las cualidades físicas de una persona y se puede afirmar que el estado de forma física es una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de un esfuerzo físico³³.

Valores de referencia

Conocer el nivel de condición física en la adolescencia de forma individualizada es importante para establecer el riesgo cardiovascular futuro de la persona¹⁷⁻²¹. Para que este dato pueda ser correctamente interpretado es preciso compararlo con los valores normativos de la población. En el presente trabajo se presentan los valores de referencia para la población adolescente española y se establecen los correspondientes percentiles estimados en función de la edad y el sexo. En términos poblacionales, poseer un nivel de condición física inferior al percentil 5 (fig. 1 a y b) es potencialmente patológico y sitúa al sujeto ante un certero riesgo cardiovascular futuro^{20,21}. En este sentido, es necesario evaluar en estos sujetos la coexistencia de otros factores de riesgo cardiovascular. Con objeto de facilitar la calificación de, por ejemplo, de 1 a 10 puntos, se presentan también los percentiles 10 al 100 (tablas 1-6). Esto permite realizar una clasificación intuitiva del sujeto utilizando una escala tipo Likert: forma física muy mala ($X < P_{20}$), mala ($P_{20} \leq X < P_{40}$), media ($P_{40} \leq X < P_{60}$), buena ($P_{60} \leq X < P_{80}$) y muy buena ($X \geq P_{80}$). Esto tiene particular interés cuando la evaluación se realiza en los medios sanitario

TABLA 5. Valores normativos de la condición física de los adolescentes españoles. Test de Course-Nowette (capacidad aeróbica máxima)

	P ₁₀	P ₂₀	P ₃₀	P ₄₀	P ₅₀	P ₆₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₁₀₀
Mujeres										
13 años	1,5	1,9	2,3	2,6	3,0	3,0	3,3	3,8	4,3	5,1
14 años	1,7	2,3	2,7	3,1	3,5	3,5	3,9	4,4	5,0	6,0
15 años	2,0	2,6	3,1	3,6	4,0	4,0	4,5	5,0	5,7	6,7
16 años	2,1	2,7	3,2	3,7	4,2	4,2	4,7	5,2	5,9	6,9
17-18,5 años	2,0	2,5	3,0	3,5	3,9	3,9	4,4	4,9	5,5	6,5
Varones										
13 años	2,8	3,9	4,6	5,3	5,9	5,9	6,5	7,1	7,9	8,9
14 años	3,3	4,4	5,1	5,8	6,4	6,4	7,0	7,7	8,4	9,4
15 años	3,8	4,9	5,7	6,4	7,0	7,0	7,6	8,2	8,9	10,0
16 años	4,1	5,3	6,1	6,8	7,4	7,4	8,0	8,7	9,4	10,4
17-18,5 años	4,0	5,2	6,1	6,7	7,3	7,3	7,9	8,6	9,3	10,2

El proceso de suavizado de percentiles se realizó mediante el método LMS.

TABLA 6. Valores normativos de la condición física de los adolescentes españoles. Flexión de tronco adelante en posición sedente (flexibilidad)

	P ₁₀	P ₂₀	P ₃₀	P ₄₀	P ₅₀	P ₆₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₁₀₀
Mujeres										
13 años	13,4	16,4	18,5	20,3	21,8	21,8	23,4	25,0	26,9	29,5
14 años	14,6	18,1	20,4	22,3	24,0	24,0	25,7	27,4	29,3	31,9
15 años	15,2	18,8	21,2	23,2	24,9	24,9	26,6	28,3	30,3	32,9
16 años	15,6	19,4	21,9	23,9	25,7	25,7	27,4	29,2	31,2	33,9
17-18,5 años	14,9	18,6	21,0	23,0	24,7	24,7	26,4	28,2	30,2	32,9
Varones										
13 años	7,3	10,0	12,0	13,8	15,4	15,4	17,1	19,0	21,2	24,2
14 años	8,7	11,8	14,1	16,1	18,0	18,0	19,9	22,0	24,4	27,9
15 años	9,5	12,8	15,3	17,4	19,3	19,3	21,3	23,4	25,9	29,4
16 años	10,0	13,3	15,6	17,6	19,5	19,5	21,4	23,3	25,7	28,9
17-18,5 años	12,2	15,4	17,7	19,6	21,4	21,4	23,2	25,1	27,3	30,3

El proceso de suavizado de percentiles se realizó mediante el método LMS.

y académico, que son ejes esenciales para una detección precoz y una actuación inmediata. Cuando se lleva a cabo esta actuación, la evolución en el carril de percentiles permite determinar con precisión y sensibilidad la influencia de este tipo de intervención en el nivel de forma física del individuo o del grupo. Igualmente, permite evaluar su deterioro por efecto de cualquier proceso patológico que afecte al sujeto. Por último, también facilitaría el diagnóstico y la detección, en cada persona, de las cualidades físicas más deterioradas susceptibles de ser mejoradas mediante ejercicio físico programado.

Comparación con la situación en otros países

Con el objeto de comparar la condición física de los adolescentes españoles con la presentada por otros países se han comparado nuestros resultados con los publicados en 16 estudios pertenecientes a 11 países. La fuerza (dinamometría manual) y la capacidad aeró-

bica (VO₂máx) han sido las variables escogidas para este análisis por ser las cualidades de mayor interés cardiovascular. Para hacer comparables los resultados, en cada caso se realizó el análisis utilizando el mismo rango de edad, el mismo sexo y las mismas unidades de medida que las del estudio comparado. No obstante, la disparidad metodológica utilizada en los estudios obliga a interpretar de modo orientativo y aproximado las comparaciones realizadas.

La fuerza muscular se ha evaluado en 3 estudios realizados en Suecia³⁴, Grecia³⁵ y Estados Unidos¹⁷. Tras contrastar los resultados procedentes de estos estudios se puede afirmar que los adolescentes españoles presentan en su conjunto menor fuerza muscular que los del resto de países estudiados. Respecto a la capacidad aeróbica, se han revisado 15 trabajos de investigación realizados en los siguientes países: Países Bajos³⁶, Bélgica³⁷, Dinamarca^{14,16,20}, Australia³⁸, Grecia³⁵, Suecia¹⁵, Portugal³⁹, Arabia Saudí⁴⁰, Japón⁴¹, China⁴² y Estados Unidos^{17,43,44}. Los adoles-

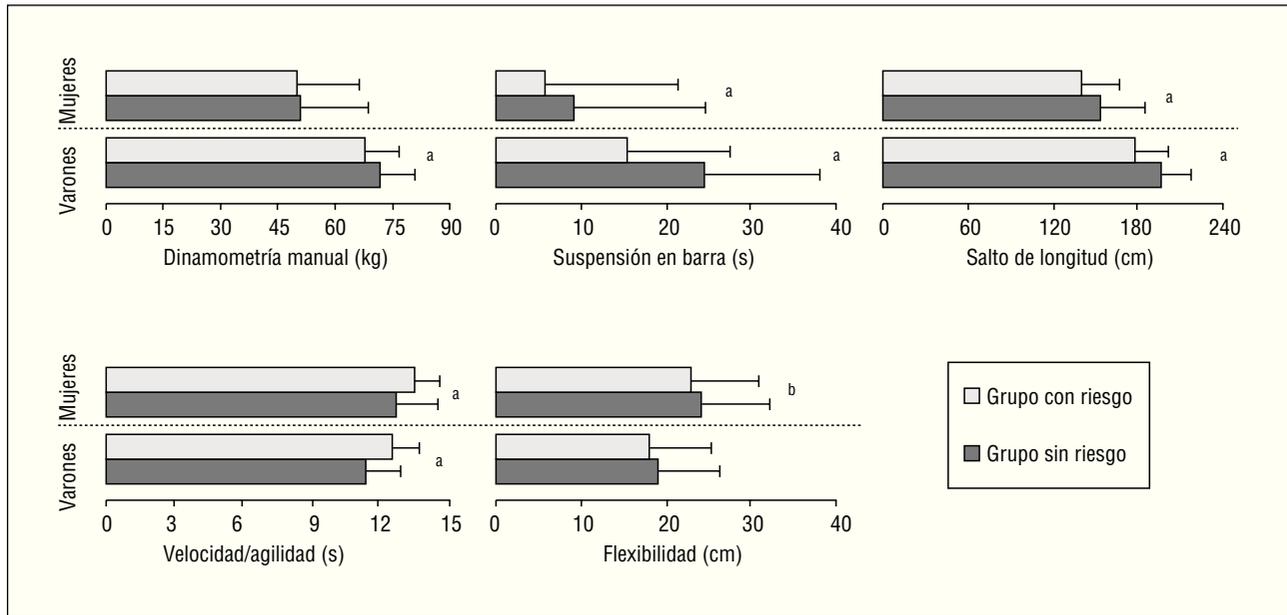


Fig. 3. Diferencias entre el grupo con capacidad aeróbica indicativa de riesgo cardiovascular futuro y el grupo formado por el resto de adolescentes, en las diferentes cualidades físicas: fuerza muscular (dinamometría manual, suspensión en barra y salto de longitud), velocidad/agilidad y flexibilidad.

^ap ≤ 0,001. ^bp ≤ 0,05.

centes españoles presentaban peor capacidad aeróbica que lo referido en 11 de los 15 estudios. Algunos de estos estudios han puesto de manifiesto un progresivo y alarmante deterioro en la capacidad aeróbica de los adolescentes respecto a lo que ocurría en décadas anteriores^{34,38,45}, lo cual se atribuye principalmente al incremento del sedentarismo en las sociedades industrializadas³⁸. Sin embargo, Eisenmann et al⁴³ afirman que esta tendencia sólo se ha producido en el caso de las adolescentes ≥ 15 años. En cualquier caso, el declive de la capacidad aeróbica convierte al factor tiempo en una variable contaminante en la interpretación de resultados, dificultando la utilización de valores de referencia procedentes de estudios realizados en el pasado y poniendo en valor los resultados de nuestro estudio, dada su actualidad.

Capacidad aeróbica y riesgo cardiovascular asociado

Una cuestión clave es si la población adolescente española disfruta actualmente de una capacidad aeróbica (VO₂máx) satisfactoria en términos de salud cardiovascular. No se dispone de datos para España, pero se pueden utilizar los que se recoge en la bibliografía científica como umbral cardiosaludable. Los puntos de corte propuestos por el grupo FITNESSGRAM del Cooper Institute³² parten de umbrales de riesgo cardiovascular bien establecidos para adultos; asimismo, se estima el ritmo de deterioro que se produce en el VO₂máx a partir de la adolescencia según

diferentes variables influyentes (porcentaje de masa grasa, edad y nivel de actividad física) y se calcula el límite inferior de VO₂máx que supondría un riesgo cardiovascular futuro³². Sobre esta base, el umbral de salud cardiovascular estaría fijado en 42 ml/kg/min para toda la adolescencia en el caso de los varones, mientras que para las mujeres sería de 35 ml/kg/min a partir de los 14 años y de 38 ml/kg/min para edades inferiores. Según estos datos, la prevalencia de adolescentes con riesgo cardiovascular según su capacidad aeróbica (estimada a partir del test Course-Navette) está en torno al 17% para las mujeres y al 19% para los varones, es decir, casi la quinta parte de los adolescentes españoles, o lo que es lo mismo, 1 de cada 5 adolescentes, se encuentra en la actualidad en riesgo de presentar algún evento de índole cardiovascular cuando sea adulto. Obviamente, se trata de una alta prevalencia que requiere atención específica por parte de las autoridades políticas, sanitarias y educativas.

Por otro lado, el grupo de adolescentes cuya capacidad aeróbica es indicativa de riesgo cardiovascular futuro posee también un peor rendimiento en las demás cualidades físicas (fuerza, velocidad/agilidad y flexibilidad) (fig. 3). Especialmente en el caso de la fuerza muscular, ello es también indicativo de un peor estado de salud, pues en el adulto, la fuerza ha demostrado ser un potente predictor de mortalidad y esperanza de vida^{3,46} y, lo que es más importante, de expectativa de vida independiente⁴⁷. En concreto, y para mejorar esta situación, es preciso implementar

programas que mejoren el nivel de condición física de los adolescentes. La actividad física es una de las cuatro estrategias de prevención de enfermedades crónicas propuestas por la Organización Mundial de la Salud en el año 2002⁴⁸ y como tal debe ser introducida en la atención primaria en todo el mundo, según propone la Federación Mundial de Cardiología⁴⁹. Sin embargo, hay que indicar que no basta con aumentar el nivel de actividad pues, como se ha puesto de manifiesto en diversos estudios longitudinales^{17,19,20,36}, el riesgo cardiovascular futuro está más condicionado por la forma física que se alcanza (especialmente fuerza y capacidad aeróbica) que por el nivel de actividad física que se realiza. Por último, es importante matizar que, aunque el nivel de condición física ha sido recientemente propuesto como un potente indicador del estado de salud para todas las edades, no se debe olvidar que factores clásicos de riesgo cardiovascular futuro, como las características antropométricas⁵⁰, el perfil lipídico⁵¹ o la presión arterial⁵², resultan determinantes para la aparición de la enfermedad cardiovascular. Sobre esta base, los trabajos futuros deberán centrarse en dichos factores para adquirir un mayor conocimiento del estado de salud actual de los adolescentes españoles.

CONCLUSIONES

Se han establecido los valores de referencia en cuanto a condición física de la población adolescente española que permitirán evaluar e interpretar correctamente el nivel de forma física de cualquier adolescente. En concreto, el percentil 5 del test Course-Navette (capacidad aeróbica máxima) obtenido en el presente estudio para varones y mujeres (rangos: 2,0-3,3 y 1,4-1,9, respectivamente) es, en sí mismo, un indicador biológico por debajo del cual se puede considerar que el nivel de forma física es patológico. El estado de forma de los adolescentes españoles es peor que el de otros países y se estima que 1 de cada 5 adolescentes españoles posee un nivel de condición física indicativo de riesgo cardiovascular futuro. Si valoramos este aspecto y la importancia constatada de la forma física como factor de riesgo cardiovascular, es necesario diseñar programas de prevención que mejoren la condición física (especialmente fuerza y capacidad aeróbica) de nuestros adolescentes, para lo cual la implicación directa de los medios sanitario, educativo y político-administrativo es determinante.

AGRADECIMIENTOS

A Laura Barrios por su imprescindible ayuda en aspectos estadísticos. A todos los alumnos y profesores que participaron en este estudio de forma voluntaria y totalmente desinte-

resada, colaborando de esta forma al desarrollo del conocimiento científico acerca del estado de salud actual de los adolescentes españoles.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, Lakka TA, Sivenius J, Salonen JT. Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med.* 2003;163:1682-8.
2. Carnethon MR, Gidding SS, Nehgme R, Sidney S, Jacobs DR Jr, Liu K. Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA.* 2003;290:3092-100.
3. Metter EJ, Talbot LA, Schrager M, Conwit R. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57:359-65.
4. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, Lauderdale DS, Thisted RA, Wicklund RH, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation.* 2003;108:1554-9.
5. Mora S, Redberg RF, Cui Y, Whiteman MK, Flaws JA, Sharrett AR, et al. Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women: a 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *JAMA.* 2003;290:1600-7.
6. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.* 2002;346:793-801.
7. McGill HC Jr, McMahan CA. Determinants of atherosclerosis in the young. Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY) Research Group. *Am J Cardiol.* 1998;82:30-6.
8. McGill HC Jr, McMahan CA, Herderick EE, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP. Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr.* 2000;72 Suppl 5:1307-15.
9. McGill HC Jr, McMahan CA, Zieske AW, Sloop GD, Walcott JV, Troxclair DA, et al. Associations of coronary heart disease risk factors with the intermediate lesion of atherosclerosis in youth. The Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY) Research Group. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2000;20:1998-2004.
10. McGill HC Jr, McMahan CA, Herderick EE, Tracy RE, Malcom GT, Zieske AW, et al. Effects of coronary heart disease risk factors on atherosclerosis of selected regions of the aorta and right coronary artery. PDAY Research Group. Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2000;20:836-45.
11. McGill HC Jr, McMahan CA, Zieske AW, Tracy RE, Malcom GT, Herderick EE, et al. Association of coronary heart disease risk factors with microscopic qualities of coronary atherosclerosis in youth. *Circulation.* 2000;102:374-9.
12. Wärnberg J, Moreno LA, Mesana MI, Marcos A, and the AVENA group. Inflammatory mediators in overweight and obese Spanish adolescents. The AVENA study. *Int J Obes.* 2004;28 Suppl 3:59-63.
13. Must A, Jacques 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.
14. Wedderkopp N, Froberg K, Hansen HS, Riddoch C, Andersen LB. Cardiovascular risk factors cluster in children and adolescents with low physical fitness: The European Youth Heart Study (EYHS). *Pediatr Exerc Sci.* 2003;15:419-27.
15. Ekelund U, Poortvliet E, Nilsson A, Yngve A, Holmberg A, Sjostrom M. Physical activity in relation to aerobic fitness and body fat in 14- to 15-year-old boys and girls. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:195-201.

16. Nielsen GA, Andersen LB. The association between high blood pressure, physical fitness, and body mass index in adolescents. *Prev Med.* 2003;36:229-34.
17. Janz KF, Dawson JD, Mahoney LT. Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: the Muscatine Study. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:15-21.
18. Boreham C, Twisk J, Murray L, Savage M, Strain JJ, Cran G. Fitness, fatness, and coronary heart disease risk in adolescents: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:270-4.
19. Boreham C, Twisk J, Neville C, Savage M, Murray L, Gallagher A. Associations between physical fitness and activity patterns during adolescence and cardiovascular risk factors in young adulthood: The Northern Ireland Young Hearts Project. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:22-6.
20. Hasselstrøm H, Hansen SE, Froberg K, Andersen LB. Physical fitness and physical activity during adolescence as predictors of cardiovascular disease risk in young adulthood. Danish youth and sports study. An eight-year follow-up study. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:27-31.
21. Twisk JW, Kemper HC, Van Mechelen W. Prediction of cardiovascular disease risk factors later in life by physical activity and physical fitness in youth: general comments and conclusions. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:44-9.
22. González-Gross M, Castillo MJ, Moreno L, Nova E, González-Lamuño D, Pérez-Llamas F, et al. Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes Españoles (Proyecto AVENA). Evaluación de riesgos y propuesta de intervención I. Descripción metodológica del estudio. *Nutr Hosp.* 2003;18:15-28.
23. Moreno LA, Fleta J, Mur L, Feja C, Sarría A, Bueno M. Indices of body fat distribution in Spanish children aged 4.0 to 14.9 years. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1997;25:175-81.
24. Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Sarría A, et al. Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition.* 2003;19:481-6.
25. Instituto de Ciencias de la Educación Física y el Deporte. EURO-FIT. Test europeo de aptitud física. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia; 1992. p. 19-37.
26. Glosser G. Assessing sport performance in adolescents. *Eur J Physiol.* 1998;8-14.
27. Léger L, Lambert A, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y. Capacity aerobic des Québécois de 6 a 17 ans: test navette de 20 metres avec paliers de 1 minute. *Can J Appl Sport Sci.* 1984;9:64-9.
28. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6:93-101.
29. Liu NYS, Plowman SA, Looney MA. The reliability and validity of the 20-meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. *Res Q Exerc Sport.* 1992;63:360-5.
30. Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HCG. Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. *Eur J Appl Physiol.* 1986;55:503-6.
31. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med.* 1992;11:1305-19.
32. The Cooper Institute for Aerobics Research. FITNESSGRAM test administration manual. Champaign: Human Kinetics; 1999. p. 38-9.
33. Castillo MJ, Ortega FB, Ruiz JR. La mejora de la forma física como terapia anti-envejecimiento. *Med Clin (Barc).* 2005; 124:146-55.
34. Westerstahl M, Barnekow-Bergkvist M, Hedberg G, Jansson E. Secular trends in body dimensions and physical fitness among adolescents in Sweden from 1974 to 1995. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13:128-37.
35. Koutedakis Y, Bouziotas C. National physical education curriculum: motor and cardiovascular health related fitness in Greek adolescents. *Br J Sports Med.* 2003;37:311-4.
36. Twisk JW, Kemper HC, Van Mechelen W. The relationship between physical fitness and physical activity during adolescence and cardiovascular disease risk factors at adult age. The Amsterdam growth and health longitudinal study. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:8-14.
37. Lefevre J, Philippaerts R, Delvaux K, Thomis M, Claessens AL, Lysens R, et al. Relation between cardiovascular risk factors at adult age, and physical activity during youth and adulthood: the Leuven Longitudinal Study on Lifestyle, Fitness and Health. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:32-8.
38. Tomkinson GR, Olds TS, Gulbin J. Secular trends in physical performance of Australian children. Evidence from the Talent Search program. *J Sports Med Phys Fitness.* 2003;43:90-8.
39. Guerra S, Ribeiro JC, Costa R, Duarte J, Mota J. Relationship between cardiorespiratory fitness, body composition and blood pressure in school children. *J Sport Med Phy Fitness.* 2002;42:207-13.
40. Al-Hazzaa HM. Development of maximal cardiorespiratory function in Saudi boys. A cross-sectional analysis. *Saudi Med J.* 2001;22:875-81.
41. Matsuzaka A, Takahasi Y, Yamazoe M, Kumakura N, Ikeda A, Wilk B, et al. Validity of the multistage 20-m shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. *Pediatr Exerc Sci.* 2004;16:113-25.
42. Barnett A, Bacon-Shone J, Tam KH, Leung M, Armstrong N. Peak oxygen uptake of 12-18-year-old boys living in a densely populated urban environment. *Ann Hum Biol.* 1995;22:525-32.
43. Eisenmann JC, Malina RM. Secular trend in peak oxygen consumption among United States youth in the 20th century. *Am J Hum Biol.* 2002;14:699-706.
44. Beets M, Pitetti K. A comparison of shuttle-run performance between Midwestern youth and their national and international counterparts. *Pediatr Exerc Sci.* 2004;16:94-112.
45. Tomkinson GR, Léger LA, Olds TS, Cazorla G. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000). An analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med.* 2003;33:285-300.
46. Hulsman M, Quittan M, Berger R, Crevenna R, Springer C, Nuhr M, et al. Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2004;6:101-7.
47. Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med.* 2003;25:S141-9.
48. Global report. Innovative care for chronic conditions: building blocks for action. Geneva: WHO; 2002.
49. Balaguer Vintó I. Control y prevención de las enfermedades cardiovasculares en el mundo. *Rev Esp Cardiol.* 2004;57:487-94.
50. Dekkers JC, Podolsky RH, Treiber FA, Barbeau P, Gutin B, Snieder H. Development of general and central obesity from childhood into early adulthood in African American and European American males and females with a family history of cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr.* 2004;79:661-8.
51. Marrugat J, Solanas P, D'Agostino R, Sullivan L, Ordovas J, Córdón F, et al. Estimación del riesgo coronario en España mediante la ecuación de Framingham calibrada. *Rev Esp Cardiol.* 2003;56:253-61.
52. Verdecchia P, Angeli F. Séptimo informe del Joint National Committee para la prevención, detección, evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial: el armamento está a punto. *Rev Esp Cardiol.* 2003;56:843-7.

ANEXO. Investigadores participantes en el estudio AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes).

Coordinadora: A. Marcos, Madrid.

Investigadores principales: M.J. Castillo, Granada (España); A. Marcos, Madrid (España), S. Zamora, Murcia (España); M. García Fuentes, Santander (España) y M. Bueno, Zaragoza (España).

Granada: M.J. Castillo, M.D. Cano, R. Sola (*Bioquímica y hematología*); A. Gutiérrez, J.L. Mesa, J.R. Ruiz, F.B. Ortega (*Condición física*); M. Delgado, P. Tercedor, P. Chillón (*Actividad física*); M. Martín, F. Carreño, G.V. Rodríguez, R. Castillo, F. Arellano (*Colaboradores*). Universidad de Granada. E-18071 Granada.

Madrid: A. Marcos, M. González-Gross, J. Wärnberg, S. Medina, F. Sánchez Muniz, E. Nova, A. Montero, B. de la Rosa, S. Gómez, S. Samartín, J. Romeo, R. Álvarez (*Coordinación, Inmunología*); A. Álvarez (*Análisis citométrico*); L. Barrios (*Análisis Estadís-*

tico); A. Leyva, B. Payá (*Evaluación psicológica*); L. Martínez, E. Ramos, R. Ortiz, A. Urzanqui (*Colaboradores*). Instituto de Nutrición y Bromatología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). E-28040 Madrid.

Murcia: S. Zamora, M. Garulet, F. Pérez-Llamas, J.C. Baraza, J.F. Marín, F. Pérez de Heredia, M.A. Fernández, C. González, R. García, C. Torralba, E. Donat, E. Morales, M.D. García, J.A. Martínez, J.J. Hernández, A. Asensio, F.J. Plaza, M.J. López (*Análisis dietético*). Departamento de Fisiología. Universidad de Murcia. E-30100 Murcia.

Santander: M. García Fuentes, D. González-Lamuño, P. de Rufino, R. Pérez-Prieto, D. Fernández, T. Amigo (*Estudio genético*). Departamento de Pediatría. Universidad de Cantabria. E- 19003 Santander.

Zaragoza: M. Bueno, L.A. Moreno, A. Sarriá, J. Fleta, G. Rodríguez, C.M. Gil, M.I. Mesana, J.A. Casajús, V. Blay, M.G. Blay (*Evaluación antropométrica*). Escuela Universitaria de Ciencias de la Salud. Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza.