

Relación entre la condición física cardiovascular y la distribución de grasa en niños y adolescentes

JOSÉ ANTONIO CASAJÚS^a, MARÍA TERESA LEIVA^a, JOSÉ ANTONIO FERRANDO^b, LUIS MORENO^c,
MARÍA TERESA ARAGONÉS^d E IGNACIO ARA^a

^aFacultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Universidad de Zaragoza. Huesca.

^bFacultad de Educación. Universidad de Zaragoza. Huesca.

^cEscuela de Ciencias de la Salud. Universidad de Zaragoza. Huesca.

^dCentro de Medicina del Deporte. Gobierno de Aragón.

RESUMEN

Fundamentos: El objetivo de este estudio es determinar la relación entre el grado de condición física cardiovascular y la acumulación y distribución de masa grasa en niños y niñas de 7 a 17 años.

Material y métodos: La muestra se compone de 1.625 niños y 1.244 niñas, a los que se determinó la potencia aeróbica máxima mediante el test de carrera de la Course Navette. Previamente, se realizó una evaluación antropométrica con el fin de poder establecer la cantidad total de masa grasa subcutánea acumulada (suma de 6 pliegues corporales), así como la cantidad de masa grasa subcutánea acumulada en la región del tronco (suma de 3 pliegues del tronco). Se formaron 2 grupos en función de la condición física cardiovascular. Los sujetos que obtuvieron menores valores de $VO_{2\text{ máx}}$ (dos últimos quintiles) formaron parte del grupo de baja condición física cardiovascular, mientras que aquellos cuyos valores de $VO_{2\text{ máx}}$ se encontraron entre los dos quintiles superiores formaron parte del grupo de alta condición física cardiovascular.

Resultados: Una vez ajustados por las diferencias de edad, talla y masa corporal, los resultados de este estudio demuestran que tanto en niños como en niñas un grado superior de condición física cardiovascular se asocia con cantidades significativamente menores de grasa subcutánea no sólo en el cuerpo entero, sino particularmente en la zona del tronco.

Conclusiones: En los niños y niñas con una mejor condición física cardiovascular se observa una composición corporal más saludable y un menor riesgo de accidente cardiovascular. Es importante incorporar el grado de condición física en la valoración del riesgo de salud en las poblaciones estudiadas.

PALABRAS CLAVE: Distribución de grasa. Condición física. Índice de masa corporal. Niños. Adolescentes.

ABSTRACT

Background: The aim of the present study was to determine the association between cardiovascular fitness and body fat accumulation and distribution in children and adolescents aged 7 to 17 years.

Material and methods: The sample was composed of 1,625 boys and 1,244 girls. Maximal aerobic power was determined through the Course Navette running test. Anthropometric evaluation was previously performed to establish the total amount of subcutaneous body fat accumulated (the sum of six skin folds) as well as the quantity of subcutaneous fat accumulated on the trunk (sum of 3 trunk skin folds). The subjects were divided into 2 groups according to cardiovascular fitness. Those with lower $VO_{2\text{ max}}$ values (last two quintiles) comprised the low cardiovascular fitness group while those with $VO_{2\text{ max}}$ values between the two highest quintiles comprised the high cardiovascular fitness group.

Results. Differences were adjusted for age, height and body mass. In both boys and girls, better cardiovascular fitness was associated with a significantly lower amount of subcutaneous fat not only on the entire body but particularly on the trunk.

Conclusions. Girls and boys with better cardiovascular fitness showed a healthier body composition and lower risk of cardiovascular accidents. Fitness level should be included in health risk evaluation in the populations studied.

KEY WORDS: Fat distribution. Fitness. Body mass index. Children. Adolescents.

INTRODUCCIÓN

La concepción del término *condición física* ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, pasando de una orientación tradicional vinculada al rendimiento deportivo a una orientación mucho más cercana y relacionada con la salud¹.

En 1944, Cureton² enumera algunas de las capacidades físicas que componen la condición física (fuerza, potencia, velocidad de reacción, flexibilidad, equilibrio y resistencia). No obstante, no fue hasta 1964 cuando, gracias a los trabajos de Fleishman³, se sentaron las bases del estudio de las capacidades físicas, distinguiendo entre habilidades (*skills*) y capacidades (*ability*). La habilidad determina el grado de pericia necesario para realizar una acción específica o un conjunto limitado de acciones, mientras que la capacidad es entendida como un concepto más general que se asocia con la constancia en la respuesta para un cierto tipo de acciones¹.

A finales de la década de 1960 y principios de la de 1970 emerge un concepto de condición física más próximo al ámbito de la salud, lo que propicia una cierta ruptura ideológica al tomar como propósito principal el bienestar del individuo por encima del objetivo tradicional basado en el rendimiento deportivo. En 1995, Shephard⁴ fue uno de los pioneros en el uso de la condición cardiovascular como método para el estudio del estado de salud de las personas. Para ello utilizó el consumo de oxígeno, la presión arterial y la frecuencia cardíaca como algunas de las principales variables para el estudio de dicha relación.

En la actualidad, un índice bajo de condición física se considera un fuerte predictor de enfermedades cardiovasculares no sólo en sujetos con sobrepeso u obesidad, sino también en sujetos con normopeso⁵.

A pesar de que los estudios en niños que relacionan la condición física con la salud no son demasiados, existen datos nacionales que demuestran que en niños y niñas de 13-18 años un bajo grado de condición física se relaciona de forma directa con un riesgo aumentado de padecer enfermedades cardiovasculares en edades más avanzadas^{6,7}.

Por otro lado, está perfectamente establecido que la acumulación de grasa en el tronco es un factor determinante en la aparición de enfermedades cardiovasculares o diabetes tipo 2⁸.

El principal objetivo de este estudio es tratar de analizar si, en una muestra representativa de niños y niñas de la comunidad de Aragón, los que tienen una condición física cardiovascular mayor poseen, desde el punto de vista de la salud, una mejor distribución de grasa respecto de los niños que muestran una peor condición física cardiovascular.

Una vez analizada la asociación entre la condición física cardiovascular y la salud en una muestra de gran tamaño, un objetivo adicional sería, utilizando los datos de éste y de otros estudios representativos previos, plantear la posibilidad de que los datos publicados se pudieran utilizar como referencia a la hora de diseñar políticas educativas y contenidos curriculares en la escuela, dirigidos a una mejora de la salud en los niños durante ese período de vida tan importante como es el crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental

De los 2.569 niños y niñas de 7 a 17 años que participaron en el estudio, se seleccionó una submuestra de 1.044 (526 chicos y 518 chicas), que pertenecían a los dos quintiles inferiores y superiores, para el estudio de la relación entre condición cardiovascular y acumulación de grasa. Previamente a la realización de las pruebas, tanto los participantes como sus padres fueron informados de los objetivos y procedimientos del protocolo de la investigación, así como de sus posibles riesgos y beneficios. Se realizaron consultas a los padres sobre el historial médico de los niños, y como criterio de exclusión del estudio se estableció la presencia de enfermedades crónicas o la existencia de tratamientos médicos con efectos sobre la maduración sexual del niño o su masa muscular.

Elección de la muestra

Para seleccionar la muestra se utilizó un muestreo en varias fases. En la primera etapa se estratificó según el sexo, la edad, el curso, la provincia y la zona de residencia urbana/rural, con fijación proporcional al tamaño del estrato; en la segunda etapa se aplicó un muestreo aleatorio por bloques, en el que los colegios eran los bloques, y se sacó una muestra aleatoria de cada bloque escogido. La selección de los centros educativos se realizó con la misma probabilidad de ser elegidos para todos y sin reposición dentro de cada uno de los estratos.

Como los datos de la población escolar estaban agrupados según la edad en el estudio, provincia y medio de procedencia, se seleccionó como criterio de estratificación las edades de 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 años. Además, estos estratos se dividieron en 6 substratos correspondientes a Zaragoza capital, Zaragoza provincia, Huesca capital, Huesca provincia, Teruel capital y Teruel provincia.

La elección de la muestra se realizó en función de la información proporcionada por los servicios provinciales de educación y cultura de Zaragoza, Huesca y Teruel y el Instituto Aragonés de Estadística (IAE)⁹. El tamaño total de la población escolar aragonesa en educación primaria y educación secundaria era de 64.116 y 62.375 estudiantes, respectivamente. El tamaño total de la muestra estudiada fue de 1.068 escolares (549 niños y 519 niñas) en educación primaria y de 1.501 (775 niños y 726 niñas) en secundaria. En la valoración global tendrá un error de estimación máximo de $\pm 3\%$ a un intervalo de confianza del 95% (en el peor de los casos, $p = q = 1/2$):

$$n = k^2 \cdot p \cdot q / e^2$$

donde e es el error de muestreo (fijado en un 3%, es decir, 0,03); k , el valor de la distribución normal (0,1), que se determina mediante el intervalo de confianza fijado, que en este caso es del 95%, y por tanto k valdrá 1,96; $p = q = 1/2$ será el peor de los casos, y n , el tamaño de la población total.

Dentro de cada estrato se ha utilizado un diseño por conglomerados seleccionados con probabilidades iguales y sin reposición. Los conglomerados se equiparan a los centros y, dentro de cada centro, si poseen más de un ala, se elige una de ellas.

Antropometría

Para la determinación de las medidas antropométricas se utilizaron las normas, recomendaciones y técnicas de medición de la Sociedad Internacional de Avances en Cineantropometría (ISAK)¹⁰. A continuación se detallan las medidas, la técnica de medición y el material utilizado.

Estatura. Es la distancia entre el vértex y las plantas de los pies del estudiado, en centímetros.

Vértex. Punto superior de la cabeza en el plano medio-sagital, cuando la cabeza está en el plano de Frankfort. (El plano de Frankfort queda definido cuando la línea imaginaria que pasa por el borde inferior de la órbita y el punto más alto del conducto auditivo externo es paralela al suelo o forma un ángulo recto con el eje longitudinal del cuerpo.)

Instrumento. Tallímetro de 60 a 210 cm, de 0,1 cm de exactitud (KaWe, ASperg, Germany).

Posición. El estudiado permanecerá de pie, guardando la posición anatómica con los talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el tallímetro.

Peso. El estudiado se colocará en el centro de la báscula y de espaldas al registro de la medida, en posición anatómica.

Instrumento. Balanza, con una exactitud de 100 g (SECA, Hamburg, Germany).

Pliegues cutáneos. Es la cantidad de tejido adiposo subcutáneo, verificado a través del espesor de la piel, en un pliegue donde se encuentra tejido celular subcutáneo y epitelio, pero no músculo. Se miden en milímetros.

Instrumento. Se utiliza el compás de pliegues cutáneos, con una exactitud de 0,2 mm (Holtain Ltd, Crosswell, UK).

Técnica. El compás estará a 1 cm de distancia de los dedos que toman el pliegue. Se atraparán con su dedo índice y pulgar de la mano izquierda las 2 capas de piel y tejido celular subcutáneo y se mantendrá el compás con la mano derecha perpendicular (90 °) al pliegue, observando el sentido del pliegue en cada punto anatómico. La lectura se realizará aproximadamente a los 2 s de su aplicación, cuando la aguja se para.

1. *Tríceps.* Situado en el punto medio acromiorradiar, en la parte más posterior del brazo. El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del brazo.

2. *Subescapular.* En el ángulo inferior de la escápula en dirección oblicua hacia abajo, formando un ángulo de 45 ° con la horizontal.

3. *Supraespinal* o suprailíaco anterior. Localizado en la intersección de la línea del borde del íleon y una línea imaginaria que va desde la espina ilíaca anterior derecha hasta el borde axilar anterior. Se sigue la línea natural del pliegue medialmente hacia abajo formando un ángulo de alrededor de 45 ° con la horizontal.

4. *Abdominal.* Vertical y junto al lado derecho de la cicatriz umbilical, en su punto medio. El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del cuerpo.

5. *Muslo anterior.* Situado en el punto medio de la línea que une el pliegue inguinal y el borde proximal de la rótula (rodilla flexionada) en la cara anterior del muslo. El pliegue es longitudinal y corre a lo largo del eje mayor del fémur.

6. *Pierna medial.* Localizado en la máxima circunferencia de la pierna, en su cara medial. Es vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna.

Se calculó la suma de los 6 pliegues (SUM6PC) y del tronco (SUM3PC) (pliegue abdominal, subescapular y suprailíaco), como índices de adiposidad y distribución grasa, respectivamente. El índice de masa o corporal (IMC) se obtiene de la relación peso (kg)/estatura² (m).

Tabla 1 Datos estadísticos descriptivos de los grupos de baja condición física (BCF) y de alta condición física (ACF), controlando la edad como covariable

	BCF			ACF		
	n	Media	DE	n	Media	DE
<i>Chicos</i>						
Edad (años)	259	12,9	2,9	267	12,6	2,7 ^a
Peso (kg)	259	54,2	17,4	267	46,2	15,0 ^b
Estatura (cm)	259	155,3	17,4	267	155,1	17,8 ^a
IMC	259	21,9	4,3	267	18,6	2,5 ^b
Suma 6 pliegues (mm)	259	102,9	49,5	267	53,3	18,6 ^b
Suma pliegues tronco (mm)	259	51,2	30,3	267	21,5	9,2 ^b
VO _{2 máx} (ml/kg ⁻¹ /min ⁻¹)	259	39,8	2,85	267	54,7	2,7 ^b
<i>Chicas</i>						
Edad (años)	243	14,6	1,4	275	10,8	2,7 ^b
Peso (kg)	243	54,9	10	275	37,4	11,6 ^b
Estatura (cm)	243	159,2	7,7	275	142,6	16,4 ^b
IMC	243	21,6	3,4	275	17,9	2,3 ^b
Suma 6 pliegues (mm)	243	116,5	36,1	275	67,8	22,3 ^b
Suma pliegues tronco (mm)	243	48,9	22,3	275	26,2	12,1 ^b
VO _{2 máx} (ml/kg ⁻¹ /min ⁻¹)	243	35,5	2,4	275	49,7	2,1 ^b

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal.

^ap < 0,05.^bp < 0,01.

Condición física cardiovascular

Se utilizó la prueba de Course Navette, incluida en la batería Eurofit¹¹, para determinar la condición cardiorrespiratoria. A partir de los resultados obtenidos en esta prueba se ha calculado el consumo máximo de oxígeno aplicando la siguiente fórmula:

$$VO_{2 \text{ máx}} = 31,025 + 3,238 (V) - 3,248 (A) + 0,1536 (V) (A)$$

donde V es la velocidad en km/h⁻¹ alcanzada en el último estadio de la Course Navette, y A, la edad en años.

Método estadístico

Las diferencias en la masa corporal, en la talla, en el IMC, en la suma de 6 pliegues cutáneos, en la suma de pliegues cutáneos del tronco y en la VO_{2 máx} entre ambos grupos se llevó a cabo mediante un modelo lineal general incluyendo la edad

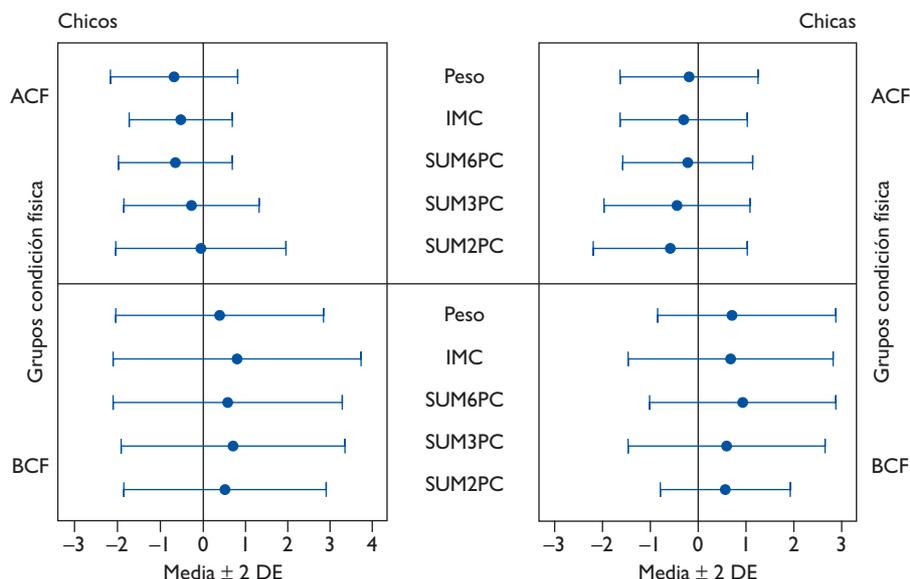
como covariable. El IMC, la SUM6PC, la SUM3PC y la VO_{2 máx} se incluyeron en el modelo como variables continuas, mientras que los grupos de condición física (CF) se introdujeron como variables de factor. La masa corporal, el IMC, la SUM6PC, la SUM3PC y la SUM2PC (pliegues del muslo y pierna) se transformaron en puntuaciones z para una más rápida interpretación de los resultados. Todos los análisis se realizaron con SPSS, versión 12.0.1.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran las características físicas de ambos grupos (media ± desviación estándar). Los valores medios de la edad fueron superiores en el grupo de baja condición física (BCF) cardiovascular al compararlo con los del grupo de alta condición física (ACF), tanto en chicos como en chicas (p < 0,05). Asimismo, los valores de VO_{2 máx} fueron significativamente mayores en el grupo ACF (p < 0,01). Por el contrario,

Figura 1

Valores z para el peso, el índice de masa corporal (IMC), la suma de 6 pliegues (SUM6PC), la suma de pliegues del tronco (SUM3PC), la suma de pliegues de la extremidad inferior (SUM2PC), en chicos y chicas en función del grado de condición física. ACF: alta condición física; BCF: baja condición física.



los valores de adiposidad eran superiores en el grupo de BCF en ambos sexos ($p < 0,01$).

En la figura 1 se representan las puntuaciones z de las variables masa corporal, IMC, SUM6PC, SUM3PC (subescapular + suprailíaco + abdominal) y SUM2PC (muslo + pierna). Las puntuaciones z son mayores en los grupos BCF tanto en chicas como en chicos.

En la figura 2 se observa que los sujetos agrupados en el grupo BCF y con una puntuación z positiva para la masa corporal tienen una adiposidad en el tronco superior a sus coetáneos del grupo ACF. Esta distribución es similar tanto en chicos como en chicas. En el grupo de ACF se observa que los niños con puntuación z positiva para la masa corporal tienen una menor adiposidad en el tronco que las niñas del mismo grupo ACF.

La figura 3 muestra la relación entre el IMC y la SUM3PC en función del grado de condición física, tanto en chicos como en chicas. Como puede observarse en ambas figuras, los sujetos del grupo ACF se asocian con puntuaciones menores de SUM3PC para un IMC determinado.

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo muestran que los niños y niñas de entre 7 y 17 años con un grado de condición física cardiovascular superior acumulan una cantidad de grasa subcutánea (tanto de localización generalizada como en particular en

Figura 2

Relación entre el peso corporal y la suma de pliegues cutáneos del tronco, por sexos y grado de condición física. Círculo externo: z-score negativo para el peso; círculo interno: z-score positivo para el peso. ACF: alta condición física; BCF: baja condición física.

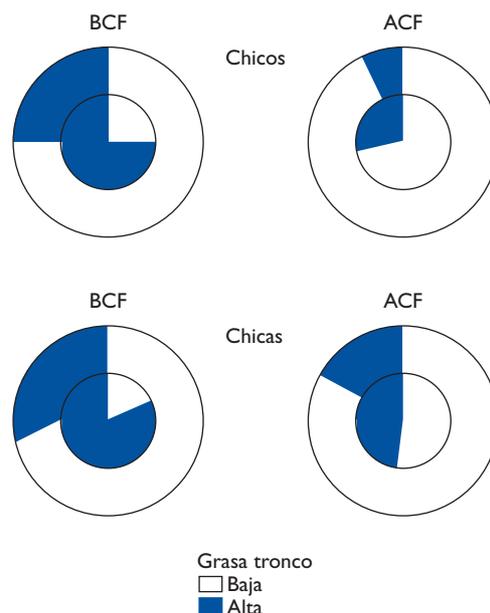
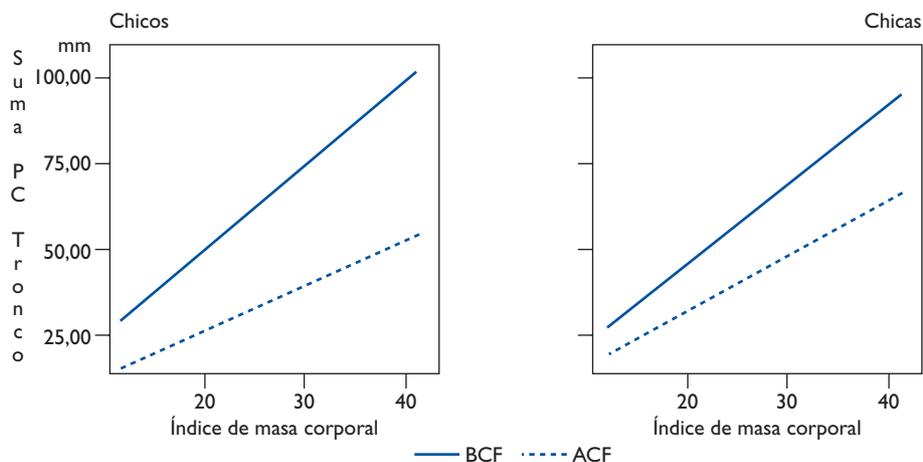


Figura 3

Relación entre el índice de masa corporal (IMC) y la suma de pliegues del tronco en chicos y chicas en función del grado de condición física. ACF: alta condición física; BCF: baja condición física.



la región del tronco) significativamente menor si se les compara con los que tienen un grado bajo de condición física.

En la actualidad, se sabe con certeza que durante el período de crecimiento de un niño la realización de actividad física regular favorece la menor acumulación de masa grasa, al tiempo que colabora con el aumento de la cantidad de tejido libre de grasa y del capital óseo¹²⁻¹⁵, contribuyendo por tanto a que los niños crezcan de una forma más saludable. Del mismo modo, la práctica de actividad física regular se asocia con una condición física superior en los niños activos respecto a los niños sedentarios¹²⁻¹⁵.

A pesar de que el exceso de grasa y de masa corporal no implica necesariamente una habilidad reducida para consumir oxígeno de forma máxima¹⁶, la capacidad aeróbica suele estar inversamente relacionada con la cantidad de masa grasa, probablemente como consecuencia del aumento de la carga inerte producida por el exceso de grasa¹⁷⁻¹⁹. En nuestro estudio se puede observar que este hecho sucede de forma evidente, puesto que los niños con cantidades superiores de grasa subcutánea son los que presentan una condición física cardiovascular menor (grupo de baja condición física cardiovascular).

En niños obesos existe una clara relación entre los factores de riesgo de diversas enfermedades cardiovasculares y metabólicas con el exceso de tejido adiposo, y también se encuentra, aunque en menor medida, una relación inversa y significativa con la capacidad aeróbica^{10,20}.

Recientemente se han publicado los valores nacionales de referencia en niños adolescentes⁶, que muestran que, basándose en su capacidad aeróbica, 1 de cada 5 niños españoles pre-

sentan riesgo cardiovascular. Este estudio tomó como referencia los valores de consumo máximo de oxígeno publicados previamente²¹, que sitúan el umbral de salud aeróbica en 35 y 42 ml/kg⁻¹/min⁻¹ en varones y en mujeres, respectivamente. En nuestro estudio, los valores medios calculados de VO₂ máx para las chicas eran de 43,0 ± 5,16 ml/kg⁻¹/min⁻¹, y para los chicos, de 47,5 ± 5,29 ml/kg⁻¹/min⁻¹.

No obstante, es importante matizar que aunque el grado de condición física y la composición corporal se han propuesto como potentes indicadores del estado de salud en todas las edades, no deben olvidarse otros factores clásicos del riesgo cardiovascular, como la presión arterial y el perfil lipídico, que siguen siendo importantes en la ecuación del riesgo cardiovascular.

Los resultados de este trabajo se sitúan en la misma línea que los referidos por Ross y Katzmaryk²², quienes, en una muestra de 7.537 varones y mujeres, refieren que los sujetos con mayor índice cardiorrespiratorio tenían menor cantidad de masa grasa total y abdominal. Janssen et al²³, que utilizaron una metodología más exacta que la de este trabajo, también refieren que el grado de condición física se relaciona con la cantidad de grasa intraabdominal (tomografía computarizada), aunque el IMC no se modifique. Además, en este último trabajo se indica que, para un determinado perímetro de cintura, la grasa abdominal era menor en los sujetos con mejor condición cardiorrespiratoria.

Todos estos resultados sugieren que el grado de condición física podría atenuar los factores de riesgo relacionados con el sobrepeso y la obesidad, destacando la importancia de la actividad física regular en la prevención y el tratamiento del sobre-

peso y las enfermedades relacionadas. Por otro lado, se pone en evidencia que la información que proporciona el IMC como único indicador de riesgo para la salud es limitada, y que la incorporación de otros parámetros, como la grasa abdominal y el grado de condición física, debería ser un elemento fundamental en las actuaciones de la práctica clínica diaria.

Los resultados de este estudio transversal indican que los niños y adolescentes con un alto grado de condición física se asocian, para un IMC determinado, con una cantidad de grasa abdominal significativamente menor que sus coetáneos con peor condición física. Estos resultados sugieren que el ejercicio físico puede atenuar los factores de riesgo para la salud detectados por el IMC. Aunque la valoración del grado de condición

física es una exploración más compleja y costosa que la simple exploración antropométrica, debería implementarse en los exámenes de rutina en la exploración de poblaciones de riesgo por sobrepeso.

Por último, y aunque hay que profundizar sobre cómo la intensidad del ejercicio físico influye en la condición física cardiovascular y la composición corporal, existen estudios que muestran claramente que el entrenamiento físico en niños obesos mejora la condición cardiovascular, especialmente en los que realizan un entrenamiento de alta intensidad, reduciendo al mismo tiempo los índices de adiposidad total y visceral, aunque este último aspecto es independiente de la intensidad del ejercicio²⁴.

Bibliografía

1. Leiva M, Casajús JA. Cineantropometría. Condición física. Estilo de vida de los escolares aragoneses (7 a 12 años). Zaragoza: Diputación General de Aragón; 2004.
2. Cureton T. Physical fitness workbook. Champaign, IL: Stipes Pub. Co.; 1944.
3. Fleishman EA. The structure and measurement of physical fitness. Englewood Cliffs, NY: Prentice Hall; 1964.
4. Shephard RJ. Physical activity, fitness and health: the current consensus. *Quest*. 1995;47:288-303.
5. Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS, et al. Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *JAMA*. 1999;282:1547-53.
6. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Warnberg 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.
7. González-Gross M, Ruiz JR, Moreno LA, De Rufino-Rivas P, Garaulet M, Mesana MI, et al. Body composition and physical performance of Spanish adolescents: the AVENA pilot study. *Acta Diabetol*. 2003;40 Suppl 1:S299-301.
8. Rexrode KM, Carey VJ, Hennekens CH, Walters EE, Colditz GA, Stampfer MJ, et al. Abdominal adiposity and coronary heart disease in women. *JAMA*. 1988;280:1843-8.
9. Instituto Aragonés de Estadística. Datos básicos de Aragón 2000. Diputación General de Aragón. Departamento de Economía, Hacienda y Fomento. Disponible en: <http://www.aragob.es/eco/estadistica>
10. Norton K, Olds T, editors. *Antropometrica*. Sydney: Southwood Press; 1996.
11. Council of Europe (CE). Testing Physical Fitness: EUROFIT. Experimental Battery - Provisional Handbook. Council of Europe, Strasbourg, 1983.
12. Ara I, Vicente-Rodríguez G, Jiménez-Ramírez J, Dorado C, Serrano-Sánchez JA, Calbet JA. Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004;28:1585-93.
13. Vicente-Rodríguez G, Jiménez-Ramírez J, Ara I, Serrano-Sánchez JA, Dorado C, Calbet JA. Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent footballers. *Bone*. 2003;33:853-9.
14. Vicente-Rodríguez G, Ara I, Pérez-Gómez J, Serrano-Sánchez JA, Dorado C, Calbet JA. High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1789-95.
15. Vicente-Rodríguez G, Ara I, Pérez-Gómez J, Dorado C, Calbet JA. Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *Br J Sports Med*. 2005;39:611-6.
16. Goran M, Fields DA, Hunter GR, Herd SL, Weinsier RL. Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000;24:841-8.
17. Mota J, Guerra S, Leandro C, Pinto A, Ribeiro JC, Duarte JA. Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. *Am J Hum Biol*. 2002;14:707-12.
18. Rowland TW. Effects of obesity on aerobic fitness in adolescent females. *Am J Dis Child*. 1991;145:764-8.

TRABAJOS ORIGINALES

19. Cureton KJ, Sparling PB, Evans BW, Johnson SM, Kong UD, Purvis JW. Effect of experimental alterations in excess weight on aerobic capacity and distance running performance. *Med Sci Sports*. 1978;10:194-9.
20. Gutin B, Islam S, Manos T, Cucuzzo N, Smith C, Stachura ME. Relation of percentage of body fat and maximal aerobic capacity to risk factors for atherosclerosis and diabetes in black and white seven- to eleven-year-old children. *J Pediatr*. 1994;125:847-52.
21. The Cooper Institute for Aerobic Research, FITNESSGRAM test administration manual. Champaign: Human Kinetics; 1999; p. 38-9.
22. Ross R, Katzmarzyk PT. Cardiorespiratory fitness is associated with diminished total and abdominal obesity independent of body mass index. *Inter J Obes*. 2003;27:204-10.
23. Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R, Leon AS, Skinner JS, Rao DC, et al. Fitness alters the associations of BMI and waist circumference with total and abdominal fat. *Obes Res*. 2004; 12:525-37.
24. Gutin B, Barbeau P, Owens S, Lemmon CR, Bauman M, Allison J, et al. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *Am J Clin Nutr*. 2002;75:818-26.